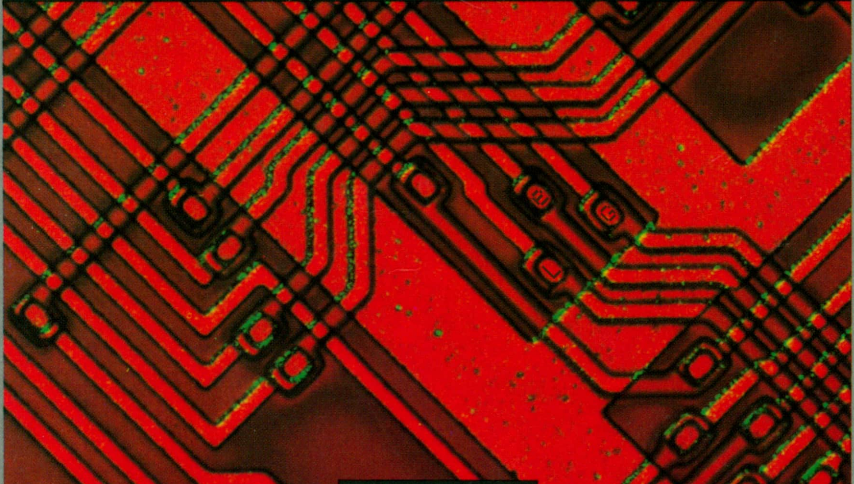
LA ERA DE LA ELECTRONICA



NUEVAS TECNOLOGIAS

BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA

ORBIS
marcombo

NUEVAS TECNOLOGIAS

BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA

LA ERA DE LA ELECTRONICA

ORBIS
marcombo

Esta obra es una nueva edición aumentada y corregida de la obra originalmente publicada por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, con el título de «Electrónica aplicada»

El contenido de la presente obra ha sido realizado por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, bajo la dirección técnica de José Mompin Poblet, director de la revista «Mundo Electrónico»

Apartado de Correos 35432, Barcelona

ISBN 84-7634-485-6 (Obra completa)
ISBN 84-7634-486-4 (Vol. 1)
D. L.: B. 1355-1986

Impreso y encuadernado por
Printer industria gráfica sa Provenza, 388 08025 Barcelona
Sant Vicenç dels Horts 1986

Printed in Spain

La Era de la Electrónica

EL NACIMIENTO DE UNA NUEVA SOCIEDAD

Para un hombre actual, la vida en las próximas décadas será comparativamente tan distinta como lo fue el siglo XIX, —sin coches, sin aviones, sin TV, ni teléfono—. El poder de la inteligencia, la creatividad irá sustituyendo vertiginosamente al trabajo físico; incluso cambiará el concepto tradicional de trabajo y trabajadores.

También el lugar de trabajo experimentará un cambio total; conviene familiarizarse ya con la idea de ver individuos sentados ante terminales de computadores, concentrados en el análisis y tratamiento de textos y datos; los robots —obreros de cuello de acero—, se ocuparán de ensamblar las piezas que a su vez habrán sido fabricadas por otros robots.

La historia nos demuestra que el mundo industrial ha pasado por diversos períodos tecnológicamente revolucio-



La nueva generación de robots poseerán visión y tacto. En la ilustración puede verse la simulación de una cadena de fabricación en la que la cámara conectada a un robot verifica el montaje de distintas piezas, controla la existencia de éstas y mide las tolerancias exigidas. (Cortesía: Universidad de Manchester).

narios, durante los cuales se produjo una fuerte convulsión económica y social.

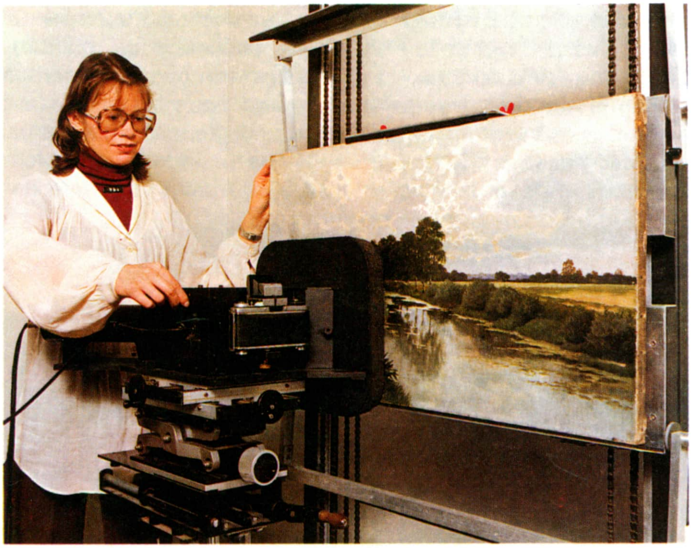
Hoy, la Electrónica y la Informática nos sitúan ante otra revolución tecnológica, generando aceleradamente un nuevo ritmo y una nueva civilización en las sociedades desarrolladas, —la sociedad postindustrial—.



Fábrica japonesa de electrónica donde se observa el alto grado de automatización y de control dentro del proceso industrial. La automatización no supone necesariamente la supresión indiscriminada de puestos de trabajo.

Parece evidente que el albur de lo que queda de siglo y del siglo venidero pasa por las llamadas «nuevas tecnologías»; un futuro que lo estamos definiendo hoy.

Muchos son los rótulos con los que se intenta etiquetar el fenómeno: «sociedad de la información», «sociedad del



La tecnología empieza a ser utilizada también para proteger las obras de arte, patrimonio de la Humanidad. En la fotografía puede verse un espectrofotómetro de reflectancia que mide las variaciones graduales de color de los cuadros, debido entre otros factores a la luz, contaminación, humedad y temperatura. (Cortesía: National Gallery, Londres).

conocimiento», «sociedad informatizada», «sociedad interconectada», «sociedad cableada», o «sociedad postindustrial»; el hecho incuestionable, es que se empiezan a producir profundas mutaciones en todos los órdenes: económico, político y social. Las nuevas tecnologías afectan, —con sus grandezas y peligros— a la cultura, la ciencia, el comercio, los valores éticos y la libertad individual.

La OPEP, al provocar la crisis del petróleo en la década de los años 70, encareciendo enormemente la energía, estimuló una serie de profundos cambios tecnológicos en los países industrializados que, hoy con la perspectiva que dan los años, tenemos que agradecer sinceramente.

La Era Industrial (1860 a 1970), caracterizada por las aplicaciones de la electricidad, la industria pesada y la química, ha dado paso a la Era Cibernética, con las llamadas nuevas tecnologías, entre las que hay que destacar a la microelectrónica, la telemática, la bioingeniería y la robótica.

En el futuro, para competir industrialmente y para combatir el apocalíptico jinete de desempleo, se hace necesario una nueva concepción de la empresa, y la adopción de tecnologías de vanguardia, tecnologías que partan de los siguientes supuestos básicos: a) Que consuma

poca energía; b) De fuerte impacto en la vida del usuario; c) Que incremente la productividad, la calidad y la fiabilidad del producto final.

Ejemplos fehacientes de ello son la robótica, las telecomunicaciones, y la informática, tecnologías destinadas a cambiar nuestras vidas y a ser el motor industrial de los próximos años, e inevitablemente a un nuevo equilibrio de poder entre las naciones y no solo entre las más industriales, sino también entre las del Tercer Mundo.

Hoy, con la retracción de la industria pesada y la adopción masiva de las nuevas tecnologías, se necesita únicamente un incremento del 0,4 % en el consumo de energía para provocar un aumento del 1 % en el PIB de un país, y por tanto la creación de puestos de trabajo. Y lo que es más fantástico: esta relación seguirá descendiendo. Es evidente que la OPEP no volverá a convulsionar las economías occidentales; ganó la primera batalla, pero ha perdido la guerra....

Hoy la tecnología se está transformando en el producto más estratégico, el que intentan monopolizar o controlar empresas y gobiernos, como antaño se hiciera con ciertos metales o con el petróleo.

LAS PYMES Y LAS TECNOLOGIAS DEL FUTURO

Se ha dicho que ganar la batalla de la crisis económica es ganar la batalla de las PYMES —pequeñas y medianas empresas—, afirmación que compartimos y queremos matizar. Hoy las PYMES en España suponen el 70 % de nuestra exportación; generan el 70 % del PIB, dando empleo al 85 % de la población activa; estas cifras son muy similares a las de los demás países de la OCDE.

En un estudio reciente del M.I.T. (Massachussetts Institute Tecnology), se informa que el 66 % de los nuevos empleos creados en los últimos años, lo fueron por empresas de menos de 20 empleados, constatándose un importante aumento en la creación de nuevas empresas, especialmente aquellas que trabajan en sectores tecnológicamente avanzados.

Es evidente que una recuperación económica consistente pasa no sólo por la creación de nuevas empresas, sino también por la desaparición de empresas obsoletas, inefica-

ces y que trabajan en sectores sin futuro...

Con estas premisas, no cremos cometer un dislate si afirmamos que la mayoría de los puestos de trabajo que se creen en las próximas décadas lo serán por empresas que no existen en la actualidad y que además sean creadoras de alta tecnología.



La electrónica aplicada a la medicina, —electromedicina o bioingeniería—, tiene múltiples y crecientes aplicaciones. Los deportistas de élite la utilizan cada vez más para evaluar, controlar y asesorar el rendimiento deportivo del atleta.

Es interesante constatar cómo mientras los colosos europeos luchan por pasarse a la alta tecnología vinculándose con norteamericanos y japoneses, han aparecido en los países nórdicos un grupo de empresas que han emprendido con enorme éxito el camino de la innovación, de la alta tecnología, de la industria con futuro, de alto valor añadido, compitiendo con rivales americanos y japoneses de gran talla. Se trata de empresas que, conscientes de que sus pequeños mercados internos no podían soportar industrias

de gran magnitud, han comprendido que debían exportar, y para ello han recurrido no a la mano de obra barata, sino a la innovación tecnológica y al alto valor añadido en su producto. Han sabido utilizar la seguridad de un mercado protegido para innovar y después vender sus productos con rapidez en los mercados internacionales; es posible que estos países estén ofreciendo un modelo a seguir al resto de los europeos, y a España casi con toda seguridad.

Bruce Nussbaum vaticina, en «El mundo tras la era del petróleo», el desastre económico para el Mercado Común Europeo, ya que, segun el prestigioso escritor, dicha organización consume el 80 % de su dinero y el 90 % de su tiempo en dirimir cuestiones agrícolas, lo que no deja de ser absurdo en el contexto actual de la alta tecnología.

LA ELECTRONICA Y LA INFORMATICA NO CREAN PARO

El paro no es un fenómeno nuevo, si bien ahora se nos presenta con gran intensidad. Sin embargo existe la teoría, generalmente bien orquestada, de que las nuevas tecnologías crean desocupación; se trata de una tesis sin demasiados argumentos a favor.

Es posible que a muy corto plazo generen algo de paro. Por ejemplo, la robotización española en los próximos 5 años puede representar una pérdida directa de 10.000 puestos de trabajo; sin embargo, se crearán nuevos empleos en torno a la robótica, al tiempo que el aumento de productividad que experimentarán las industrias robotizadas, les permitirá reducir costes y generar nuevas inversiones, que a su vez contribuirán a aumentar los puestos de trabajos directos e inducidos en otras empresas.

En Suecia y en Japón, por citar sólo dos ejemplos patentes, la robotización ha generado nuevos puestos de trabajo. En Volvo y en Toyota, se acabaron los trabajos pesados; sólo habrá turnos de día, mientras que la producción tendrá lugar todas las horas del año.

El advenimiento del «maquinismo», con el descubrimiento de la máquina de vapor, suscitó los mismos recelos que las nuevas tecnologías hoy, y sin embargo la historia nos demuestra que el maquinismo ha multiplicado por 4 ó 5 los puestos de trabajo. Otro ejemplo; en USA, las empresas

tecnológicamente avanzadas han generado en los últimos años 9 veces más ocupación que las de tecnología de corte convencional.

Así como el maquinismo vació el campo para abarrotar las fábricas, la Electrónica y la Informática vaciarán las fábricas para llenar las oficinas; dentro de 15 años, sólo el 20 % de la población activa de los países desarrollados trabajará en la Industria, el 10 % lo hará en la Agricultura, mientras que el 70 % restante lo hará en los Servicios, y éstos en su gran mayoría con ayuda de sistemas informáticos.

Es evidente que las nuevas tecnologías salvan muchos más puestos de trabajo que los que destruyen y que es una herramienta de trabajo útil y necesaria para salir de la crisis; es obvio que no es la panacea universal capaz de resolver todos los problemas, pero es el mejor instrumento para mejorar la productividad y elevar la calidad de vida del ser humano.



La ofimática, o automatización de la oficina, es imprescindible en cualquier empresa que pretenda ser eficiente. El computador y la impresora resultan complementos adecuados para un personal cualificado.

El aumento de la productividad puede significar mayores beneficios y ganancias para unos pocos, o bien menores cargas de trabajo y mejor nivel de vida para todos. Tradicionalmente los beneficios del crecimiento económico se han traducido en salarios más altos, expansión en el número de puestos de trabajo e incremento de las ayudas


La modernización de los equipos de oficina queda patente en esta sala de redacción del periódico «La Vanguardia» de Barcelona, en la que las tradicionales máquinas de escribir han sido sustituidas por terminales de computador..

sociales. Es posible que haya llegado el momento de considerar a las nuevas tecnologías como elementos «socializantes» del trabajo, ya que la tendencia es a eliminar los trabajos duros, peligrosos y repetitivos, reduciendo las horas de trabajo, vacaciones más largas y mejor repartidas durante el año, sabáticos y acciones similares. Las nuevas tecnologías prometen un sinnúmero de beneficios.

ANTE UNA NUEVA REVOLUCION INDUSTRIAL

Las nuevas tecnologías van a producir, —están produciendo ya—, una revolución muy profunda, porque afecta a los modos de producción, a las formas del conocimiento, a las relaciones sociales, a la difusión de la información, al estilo y calidad de vida, al empleo del ocio, etc. Según Adam Schaff, ninguna otra transformación fue tan universal como ésta. Se trata de una revolución inducida por la tecnología, y que no va de abajo a arriba como las revoluciones sociales, para subvertir las estructuras de poder, sino de arriba a abajo,

para consolidar esas estructuras por la influencia técnica y a la vez dar felicidad a las clases receptoras de dicha técnica.

Se dice con frecuencia que los progresos tecnológicos de la Electrónica son tan vertiginosos que superan incluso las previsiones de los propios expertos. Algunos sociólogos consideran a los científicos electrónicos incapaces de prever no ya sólo las consecuencias sociales, sino incluso hasta la gama total de posibilidades de aplicaciones de los productos electrónicos en los próximos años.



Uno de los métodos con los que se logra introducir a los más pequeños en el manejo de los computadores, lo constituyen los videojuegos. Los niños disfrutan aprendiendo a familiarizarse con los equipos que posteriormente emplearán, en la oficina o en el taller. (Cortesía: Atari)

Ningún campo de la tecnología ha experimentado progresos tan espectaculares como el de la Electrónica y la Informática; ningún otro mercado un desarrollo tan grande.

Según el Instituto de Tecnología de Massachussetts, «si el progreso técnico de la industria del automóvil hubiera seguido el mismo ritmo que el de la Electónica, un Rolls Royce tendría actualmente un coste de producción de 2,5 dólares y podría recorrer 50 km con un litro de gasolina»....

Pese a los espectaculares avances conseguidos por la Electrónica en los últimos años, esta especialidad como ciencia no ha hecho más que empezar. Nuestra capacidad de asombro, se va a poner a prueba en los próximos años de una forma constante, ya que según algunas opiniones, en el futuro inmediato, las conquistas tecnológicas alcanzadas por la Electrónica cada 20 años supondrán un salto hacia adelante superior al experimentado hasta entonces en toda la historia de la Humanidad.

SURGIRAN NUEVAS PROFESIONES Y SE CREARA EMPLEO

El desplazamiento de las fuerzas productivas de la Industria y la Agricultura hacia los Servicios es un síntoma claro de la transición hacia la denominada sociedad postindustrial. Una sociedad cada vez más sensibilizada por la educación, la cultura, la salud, la seguridad ciudadana, las prestaciones sociales, la tercera edad, y el medio ambiente. Hoy, las nuevas tecnologías se ofrecen como insustituibles instrumentos para conseguir estos objetivos.

Es evidente que el sistema educativo debe cambiar de ritmo y enfoque para poder adaptarse y digerir los efectos de las nuevas tecnologías. También las industrias deberán fomentar la capacitación y reciclaje profesional de los trabajadores desplazados por la introducción de autómatas, robots o máquinas de control numérico.

En el futuro será normal cambiar de ocupación cinco, seis y más veces en el transcurso de una vida profesional; si las tecnologías son flexibles, es natural que el hombre lo sea también. La formación escolar deberá dar pues una enseñanza básica y una gran versatilidad, y en especial hacer realidad el eslogan «aprender a aprender».

De los diversos estudios realizados en Europa, Japón y Norteamérica, se deduce que en 1990 las nuevas tecnologías habrán creado en USA 15 millones de nuevos puestos de trabajo; en Francia se prevé que para el año 2000, el 25 %

de la población activa estará ocupada en actividades que hoy no existen siquiera. A las 8.600 definiciones que contiene actualmente el catálogo francés de profesiones y ocupaciones, se ha previsto añadir otras 12.000 de aquí a final del siglo. En Italia, país cuyos datos son fácilmente extrapoblables a España, se ha previsto para el año 1990 la creación de 200 nuevas especialidades que ocuparán a 3 millones de nuevos trabajadores («Guida alle professioni del futuro», de Andrea Aparo).

El resultado final, en términos de nuevos puestos de trabajo, depende en gran parte de la visión de futuro de las fuerzas políticas, del esfuerzo y de la creatividad de los empresarios y técnicos, así como de los sindicatos, de cuyo



Las posibilidades de los nuevos avances tecnológicos dentro del campo de la Electrónica se dan en todos los aspectos de la vida cotidiana, el video, los electrodomésticos, cadenas de audio, así como la electromedicina y comunicaciones. (Cortesía: Philips)

conjunto depende la aplicación inteligente y racional de las innovaciones tecnológicas.

La expresión «*Agrónica*» (Electrónica e Informática aplicada a la Agricultura y a la Ganadería), es de muy reciente creación; en síntesis pretende colaborar a mejorar en cantidad y calidad la producción del Sector Primario.

La aparición de la Agrónica plantea problemas científicos, técnicos, comerciales, sociales y económicos que deberán ser estudiados detenidamente en los próximos años, pero su implantación masiva puede ser uno de los elementos clave que permita la supervivencia de la Humanidad en las próximas décadas, con una población mundial enfrentada a la explosión demográfica y sus carencias energéticas y sobre todo alimentarias.

En párrafos posteriores, y en una de las monografías de esta enciclopedia, abordaremos en profundidad el tema de la agrónica; basten por el momento los siguientes comentarios:



En la cocina de una vivienda es donde se concentran la mayor parte de electrodomésticos, en los que cada vez más interviene la microelectrónica.

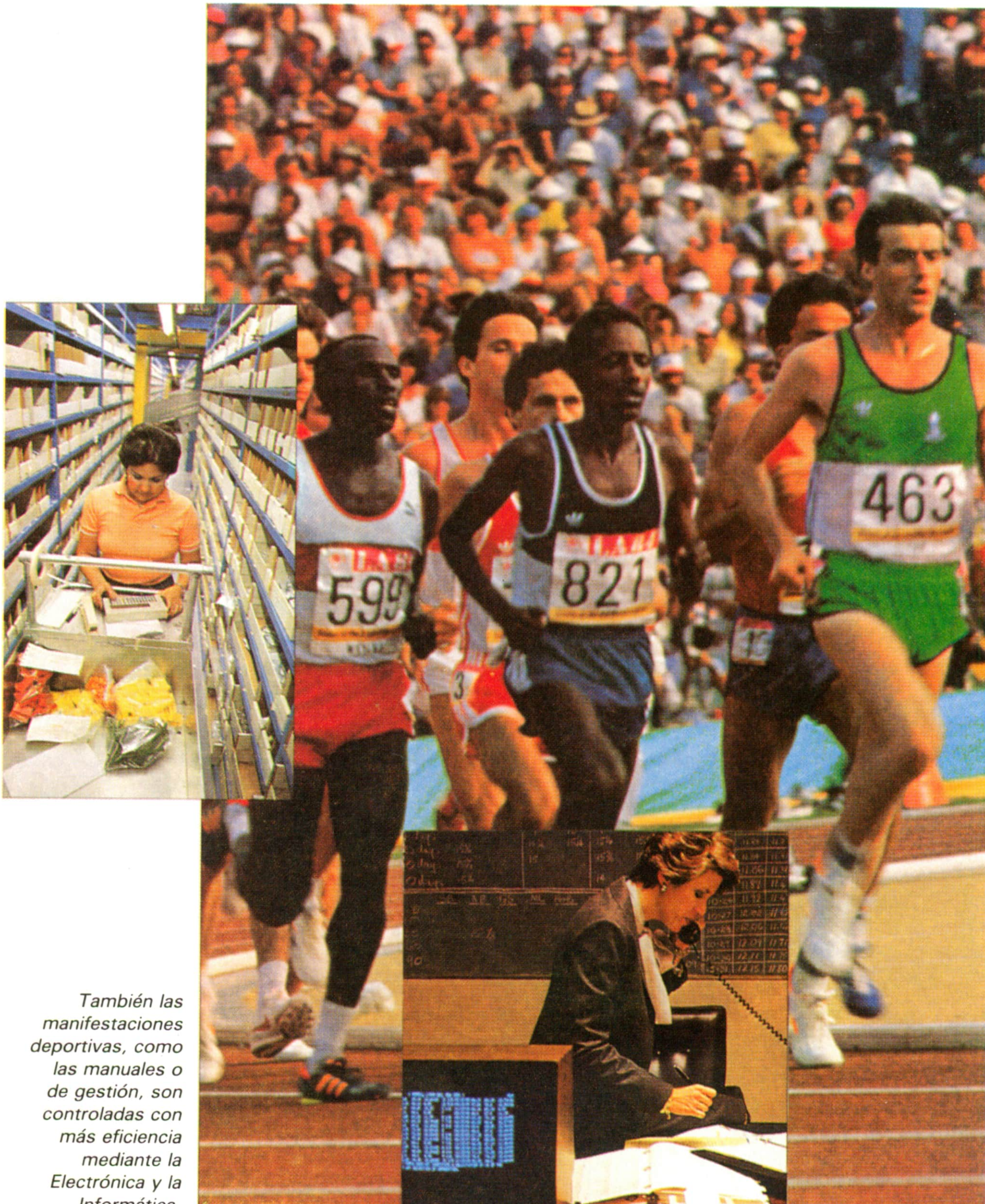
En el campo español, —una de las máximas riquezas nacionales—, se verán en los próximos años agrónomos e informáticos, economistas, expertos en genética e ingenieros electrónicos trabajando en equipo, que entre otras muchas cosas, se encargarán de la utilización de bancos de datos agrometeorológicos, información sobre mercados, venta por vía telemática, diseño y mantenimiento de sistemas de medida por láser, sistemas electrónicos de recogida de fruta, de regadío, control informático de granjas; sistemas para la protección y control de las condiciones de desarrollo de la producción, etc.

Otra de las áreas en que las nuevas tecnologías van a generar empleo es el de la *Ecología y Medio Ambiente*; según el «The environmental Protection Careers Guidebook» publicado en USA, existen más de 100 ocupaciones en el campo de la protección ambiental, la mayor parte de las cuales han surgido en la última década (conservación, valoración, control y optimización de las reservas naturales, planificación territorial, control ambiental, gestión racional de las reservas hidrográficas, etc.)

El *patrimonio cultural e histórico* es, posiblemente, la parte más preciada de España, y uno de los más ricos del mundo.

Para valorarlo y conservarlo se requiere también la aportación de las nuevas tecnologías electrónicas e informáticas con las que es posible el diagnóstico, la conservación, la prevención y la restauración de obras de arte, arqueológicas y arquitectónicas (espectrometría en todas sus modalidades, absorción atómica, microscopía electrónica, rayos láser, rayos X y gamma, ultrasonidos, termovisión, holografía, fotogrammetría, fluorescencia de rayos X, etc.), así como los sistemas electrónico-informáticos de divulgación, educación o información artística en soportes de videocassette, videodisco o bancos de datos.

La *Bioingeniería* es otra de las tecnologías con enorme futuro, en torno a la cual están empezando a surgir nuevas especialidades. Esta ciencia consiste en la integración de la ingeniería de los materiales, la microelectrónica, la microbiología, la biotecnología y la informática con la medicina; serán beneficiarios todos los seres que requieran algún tipo de prótesis (manos, brazos, piernas, orejas artificiales), mientras se encuentran en fase avanzada de estudio proyectos tales como visión artificial, y prótesis como la piel, el hígado, páncreas, riñones y corazón.



También las manifestaciones deportivas, como las manuales o de gestión, son controladas con más eficiencia mediante la Electrónica y la Informática.

Las aplicaciones electromédicas son muchas y diversas. A los equipos para ayudas funcionales antes citados, hay que añadir una ingente cantidad de dispositivos electrónicos para el diagnóstico, así como los específicos para las unidades de vigilancia intensiva y los relacionados con la gestión hospitalaria, todos ellos estrechamente vinculados con la informática.

La *ofimática*, o automatización de la oficina, será sin duda otra de las áreas en fuerte expansión en el futuro. Y aunque los agoreros anuncian la destrucción de los puestos de trabajo por los computadores, la oficina del futuro absorberá más y más empleados, aunque es cierto que cambiarán la máquina de escribir, el bolígrafo y los albaranes por terminales inteligentes, por sistemas informáticos de tratamiento de textos y por redes telemáticas.

La ofimática es uno de los sectores que experimentará mayor crecimiento en los próximos años, tanto en la empresa privada como en la banca, en la Enseñanza, la Administración Pública y en la Justicia. Los profesionales liberales, tales como médicos, abogados, notarios, gestores, psicólogos, arquitectos e ingenieros, empiezan a tomar conciencia de la importancia de la informática y de la extraordinaria ayuda que pueden recibir de los computadores personales.

Por ello, también las profesiones no estrechamente ligadas al mundo de la informática, como la de los expertos en didáctica y en programas de formación, psicólogos laborales, técnicos en organización y consultores, verán aumentar la demanda de empleo gracias a las nuevas tecnologías.

Y por supuesto que también los informáticos puros están de enhorabuena. De todos los países del mundo llegan noticias e informes en los que se vaticinan un crecimiento fabuloso del mercado informático. La American Electronic Association ha previsto para este año, una demanda de 55.300 nuevos ingenieros electrónicos e informáticos, cifra que no podrá ser satisfecha ya que las escuelas y universidades norteamericanas se ven incapaces de preparar tal contigente de especialistas en un solo año; en Gran Bretaña tienen el mismo problema, ya que para 1986 se necesitarán más de 16.000 nuevos especialistas informáticos; Francia y Alemania adolecen de idénticas necesidades. En España, en ausencia de estadísticas fiables, resulta fácil comprender que nuestras carencias son similares a las de los países citados.

Gracias a la Telemática —Informática a distancia—, será

posible acceder a bases de datos, así como utilizar los servicios de videotex, telebanco, telecompra, correo electrónico, videoconferencias....

Además de las funciones y servicios clásicos que presta, la Informática está destinada a otros muchos servicios, como los denominados con las siglas CAD (diseño asistido por computador), CAM (fabricación asistida por computador) CAE (ingeniería asistida por computador), CAI (enseñanza asistida por computador), CAT (adiestramiento asistido por computador).

Los sistemas CAD-CAM están penetrando con fuerza en todo tipo de industrias: del calzado, juguetes, confección, automóvil, metalúrgicas, aerospaciales, etc. ya que permiten modificar con enorme rapidez y mínimos costes, el diseño, la simulación, y los procesos de fabricación de cualquier producto, por complejo que sea.

La *Robótica* es otra de las nuevas especialidades que nos está llevando a la Segunda Revolución Industrial. La introducción de los robots ha empezado precisamente por los sectores más tradicionales: las acerías, la industria naval y del automóvil. Sus efectos son evidentes: en el año 1970, un automóvil se fabricaba en 170 horas, hoy en 105; un TV de color costaba 8 horas de montaje y hoy sólo 2; un traje de caballero más de 3 horas, y hoy sólo 2.

A los robots sólo se les confían trabajos duros, peligrosos y repetitivos. Sin embargo, en el futuro inmediato, los robots serán «inteligentes» y dotados de percepción sensorial (vista oído y tacto), con lo que el número de operaciones que podrán realizar será muy superior.

Los obreros que sustituyan los robots, deberán ser reciclados para trabajos más intelectuales y humanos. Por ello, se requerirán expertos y técnicos a nivel operativo para sistemas robotizados y de control numérico; programadores, ingenieros y peritos electrónicos, instructores, expertos en gestión de almacén, reparadores, programadores de la producción, planificadores, expertos en sistemas CAD-CAM-CAE-CAI y CAT, ingenieros de procesos, expertos en control de calidad, analistas de sistemas, etc.

Alguien muy autorizado ha dicho que por cada dos obreros manuales que desplace un robot, se creará un puesto de trabajo nuevo de mucho mayor nivel intelectual, además de las numerosas ocupaciones indirectas que el incremento de la productividad acarreará.

Los servicios y atenciones a las personas de la *tercera edad* es otra de las actividades en las que las nuevas tecnologías aportan todo su humanismo.

Hoy, los ancianos suponen aproximadamente el 22 % de la población mundial, porcentaje que tiende a subir con las nuevas expectativas de vida. A ello hay que añadir las nuevas generaciones de jubilados prematuros, fruto de reconversiones industriales y de la aplicación de nuevas medidas sociales por las que se tiende a trabajar menos horas y a anticipar la edad de jubilación.



Sistemas NCR lectores de códigos de barras para los pasillos de salida de las cajas de los supermercados. Se trata de una poderosa ayuda, que alivia el trabajo de la dependienta y se controla en todo momento el nivel de stocks de los diferentes productos.

Se trata de una pléyade de personas con capacidad intelectual y deseosas de relaciones sociales para las que hay que prever estímulos, pasatiempos, encuentros sociales, actividades culturales o trabajos productivos, adecuados o sus condiciones físicas. Servicios que podrán prestarse en

centros asistenciales o en el propio domicilio.

Aquí también son numerosas las nuevas especializaciones y profesiones que pueden surgir, muchas de ellas inducidas por las nuevas tecnologías: sistemas de telemedidas médicas, sensores ambientales, sistemas de alarma, multiplicidad de juegos audiovisuales (TV, videocassette, videodisco, computadores), control dietético computerizado, ayudas funcionales, etc.

El *tratamiento de la información* generará en los próximos años una cantidad ingente de puestos de trabajo y hasta nuevas especialidades. Hoy en Europa el 35 % de la población activa se dedica de una u otra forma al tratamiento y automatización de la información; en USA este porcentaje se eleva al 50 %. Para el año 2000, el porcentaje en países desarrollados, se elevará al 70 %, por lo que todavía nos queda un largo trecho para que la sociedad pueda considerarse informatizada; hoy se acepta como un axioma que la informatización del conocimiento será la nueva riqueza de las naciones postindustriales. Sin computadores, las telecomunicaciones, la banca, gran parte del comercio, los seguros, la contabilidad, la ingeniería, la sanidad y el turismo —actividades que hoy ocupan al 65 % de la población de los países desarrollados—, llegarían a pararse.

La nueva OPEP no será del petróleo, sino de las tecnologías de la información; quien las posea tendrá poder.

ORIGEN DE LA ELECTRONICA

Definir un área tan vasta en aplicaciones, como es hoy la Electrónica, no resulta una tarea fácil. Sin embargo, según se desprende de su propio nombre, la Electrónica es, desde el punto de vista físico, aquella área de la ciencia dedicada al estudio del movimiento de los electrones, partículas subatómicas que rodean el núcleo del átomo. El por qué de este nombre surge, como casi siempre, por motivos históricos. Alrededor de 1883, estudiando Edison el comportamiento de las lámparas eléctricas que había inventado y fabricado, encontró, que si introducía una placa metálica en el interior de una bombilla, según la polaridad que se diese a esta placa, con respecto al filamento, se obtenía paso de corriente entre filamento y placa metálica o no. Se acababa de descubrir el movimiento de los electrones en el seno de una



He aquí un robot clásico utilizado en la industria automovilística. Todas las operaciones de soldadura y pintado en las cadenas de montaje se realizan con ayuda de los robots. Japón es el país que tiene un mayor número de robots instalados, seguido de EE.UU. En España hay instalados, en 1986, unos 600 robots industriales.

lámpara de vacío con dos elementos metálicos en su interior. Se trataba de, lo que después se denominaría, un *diodo*.

Posteriormente, en 1907, un científico, Lee de Forest, introdujo un tercer elemento metálico en el interior de la lámpara de vacío, entre el filamento y la placa metálica. Con ello se conseguía controlar la cantidad de corriente que alcanzaba la placa haciendo uso de pequeñas tensiones aplicadas al nuevo elemento. En definitiva, se alcanzaba el objetivo de poder producir réplicas de pequeñas corrientes, pero muy amplificadas. Se trataba de poner las bases para la amplificación de señales eléctricas, con lo que se abría un amplísimo campo, fundamentalmente relacionado con las radiocomunicaciones que, a partir de entonces, comenzaron a desarrollarse, transmitiendo la voz a través del espacio, sin necesidad de conectar hilos entre emisor y receptor.

No es hasta después de la Segunda Guerra Mundial

cuando se produce un avance cualitativo en el desarrollo de la Electrónica. Hasta entonces los elementos básicos de todo equipo electrónico estaban basados en el control de los flujos de electrones que se movían, bien en el vacío o en el seno de un gas. En 1948 Schockley desarrolla el *transistor*, revolucionando la Electrónica. Después de estudiar la conducción de corrientes en los sólidos, fundamentalmente en los cristales, se llegó a materializar una estructura que era capaz de amplificar las señales eléctricas. La ventaja adicional que se introducía consistía en que los transistores ocupaban mucho menos espacio, consumían mucha menos energía para poder funcionar y resultaban, a la larga, mucho más versátiles que las lámparas. Por otra parte, los materiales de los que se podían construir los transistores eran muy abundantes en la naturaleza. En efecto, los transistores se podían realizar a partir de silicio, presente, en cantidades ingentes, en la mayor parte de los minerales que se encuentran sobre la superficie de la tierra.

Los siguientes desarrollos en el área de los componentes electrónicos consistieron, fundamentalmente, en perfeccionamientos de los procesos de producción, encaminados, sobre todo, a la reducción de tamaño en la fabricación de los transistores. La acumulación de un conjunto de estos elementos dio lugar a los *circuitos integrados*, que hoy incluyen a miles de transistores en espacios del orden de un milímetro cuadrado. La frontera actual en esta carrera por la miniaturización se sitúa en conseguir líneas, dentro de un circuito integrado, de grosor inferior a una micra.

Sin embargo, no es el sorprendente desarrollo de los componentes electrónicos lo que mantiene a la Electrónica en las páginas de los periódicos ni en la vida de una parte importante (cada vez mayor) de la población. Es el enorme caudal de aplicaciones que se han desarrollado a lo largo del tiempo, que afectan a todos los órdenes de la vida diaria. Las posibilidades de realización de nuevos productos y dispositivos parecen no tener fin. Por un lado, los circuitos integrados se han complejizado de tal manera, que han podido llegar a constituir en uno solo de ellos, una elaborada máquina de cálculo, un *microprocesador*. A partir de ahí, se requiere, para que el componente pueda ser utilizado, programar al circuito para que realice la función deseada. Ello implica que el diseño de la aplicación sale de los químicos, que realizan el componente y de los ingenieros

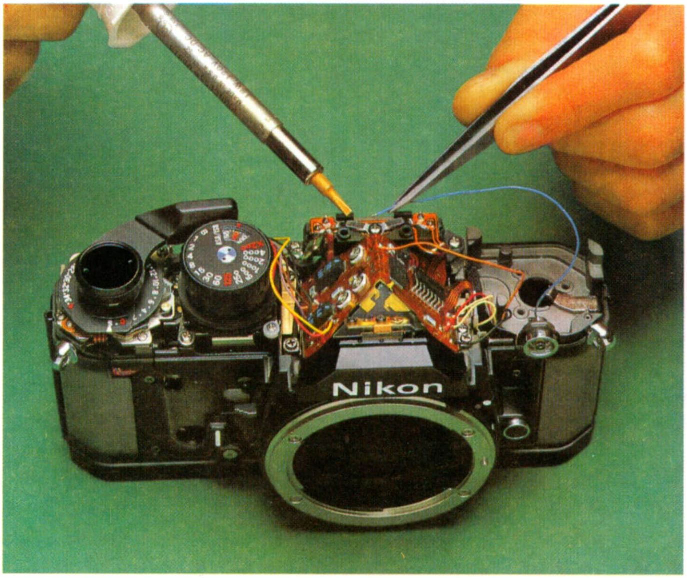
electrónicos que desarrollaron las conexiones internas del dispositivo, para pasar al técnico que debe diseñar la aplicación concreta, que sólo tiene que conocer los aspectos funcionales del componente para poder materializar la aplicación deseada. Ello supone un nuevo cambio cualitativo en el desarrollo de la Electrónica. Se trata, en definitiva, de la conjunción entre la «vieja» Electrónica y la «nueva» informática o ciencia que se dedica al tratamiento automático de la información. Medio siglo transcurre entre los inicios de la Electrónica como tal, y esta nueva conjunción, que altera, de forma fundamental, los medios de tratamiento de todo tipo de informaciones disponibles.



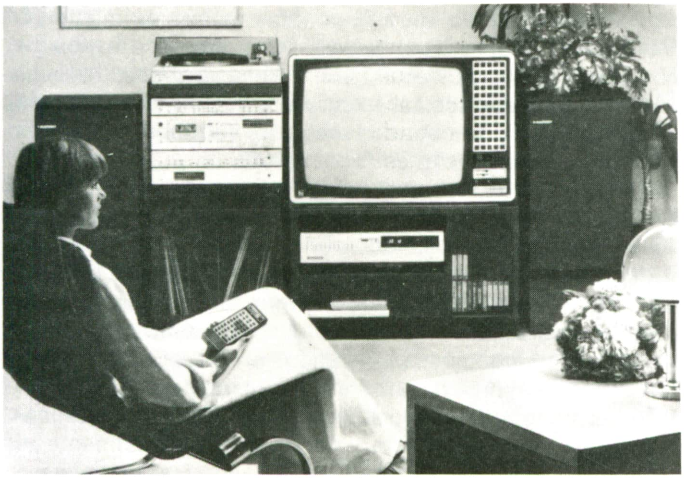
Cadena de alta fidelidad de gran calidad fabricada por la empresa española Vieta. El nivel de penetración de estos equipos en los hogares españoles es todavía bajo, sin embargo, tiende a crecer rápidamente.

El segundo elemento que ha venido a alterar, de forma profunda, la capacidad de inserción de la Electrónica en la vida diaria ha sido otra conjunción. Se trata de la síntesis entre los medios de comunicación a distancia, las *Telecomu-*

nicaciones, y la Electrónica. Las Telecomunicaciones son un conjunto de técnicas antiguas, dentro de la vertiginosa escala de tiempos en la que tienen lugar todos los procesos científicos-tecnológicos aludidos. Como índice baste apuntar que fue en 1865 cuando se creó la Unión Internacional de las Telecomunicaciones, que regula los medios técnicos utilizados en la transmisión de información a distancia. Ello pone de manifiesto que ya a mediados del siglo XIX, la telegrafía tenía suficiente entidad como para dar lugar a un acuerdo internacional de esa magnitud. Pues bien, la integración de las Telecomunicaciones y de la Electrónica, progresiva, a medida que ésta se ha ido desarrollando, ha dado lugar a nuevos y más potentes medios de comunicación, entre los que, finalmente, se ha llegado a combinar la informática, debido, sobre todo, al aumento de la complejidad de las interrelaciones a establecer. Todo ello se puede designar con una palabra síntesis, la *Telemática*. Así la mayor parte de las aplicaciones que hoy presenta la Electrónica son una combinación más o menos compleja o completa de técnicas desarrolladas en el trinomio electrónica-informática-telecomunicaciones.



Obsérvese la complejidad electrónica de un dispositivo aparentemente tan simple como es una máquina fotográfica. También la industria fotográfica va incorporando cada vez más la Electrónica a sus nuevos modelos.



La electrónica para el ocio. Conjunto habitual en los hogares actuales, formado por una cadena de alta fidelidad (sintonizador, tocadiscos, cassette de audio), video y televisor. Cada uno de estos aparatos será estudiado con detalle a lo largo de esta enciclopedia.

LA ELECTRONICA EN EL MUNDO DOMESTICO

Sin moverse de la propia casa es posible encontrar hoy, o en un futuro próximo, multitud de aplicaciones de la Electrónica. Al hacerse cada vez más intensa la vida de las grandes ciudades y más incómodos los desplazamientos, se tiende a disponer, en el propio hogar, de elementos, en gran parte, de naturaleza electrónica, que permiten tres objetivos fundamentales. En primer lugar, se tiende a *simplificar las labores domésticas*, disminuyendo el esfuerzo muscular y el tiempo dedicado a ellas. En segundo lugar, se trata de disponer de un mayor conjunto de aparatos con fines de *distracción* o cultivo de aficiones durante los tiempos de ocio. En tercer lugar, y a ritmo creciente, se tenderá a disponer de una variada gama de equipos que permitan obtener una mayor *información* sin necesidad de desplazarse del hogar.

La Electrónica juega un papel primordial en los tres tipos de objetivos anteriores. En el caso de los electrodomésticos, que responderían a las necesidades del primer objetivo señalado, el elemento, quizás más espectacular, es el horno de microondas, que permite cocinar o calentar platos en breves minutos. Este horno se basa en generar una radiación

electromagnética de muy alta frecuencia y gran energía, dentro del volumen del horno, mediante un dispositivo similar a los utilizados en el radar. Mientras que la luz visible o la infrarroja, que son otro tipo de radiación, son utilizadas en los hornos y penetran dentro del volumen del cuerpo irradiado, calentándolo uniformemente.

Otra aplicación, aunque más oculta que la anterior, de la Electrónica en el área de los electrodomésticos de línea blanca (tal como se conocen en el lenguaje industrial), la constituyen los programadores de lavadoras, lavavajillas, etc. Estos dispositivos permiten la automatización completa de su funcionamiento. Naturalmente todos estos temas serán tratados en profundidad en capítulos sucesivos, como puede apreciarse en el índice general de la obra.

Otro gran apartado de productos electrónicos domésticos, con un enorme crecimiento de consumo actualmente, es



Detrás de los videojuegos se esconde toda una compleja circuitería electrónica. La mayor parte de videojuegos se visualizan en la pantalla del televisor doméstico.

aquel de los que se podrían denominar de ocupación del ocio en el hogar. El caso más conocido es el de la *televisión*, que tan grandes cambios ha producido en los comportamientos sociales y que tantas polémicas desata. Sin embargo, más antigua que aquélla es la *radiodifusión* comercial, que se encuentra actualmente a caballo, entre una forma de distracción y una forma de información general casi instantánea. Mientras que estos dos medios de comunicación se basan en la captación de señales electromagnéticas, existen, también sus equivalentes transmitiendo las señales por medio de cables. Se trata de la televisión por cable y la filodifusión. La segunda se encuentra bastante desarrollada, particularmente en oficinas y centros de trabajo y, en menor medida, en los hogares. En cuanto a la televisión por cable, es un medio que se comienza a difundir por Europa.

La televisión convencional requiere una infraestructura de repetidores bastante compleja. Es decir, las antenas que emiten la señal de televisión no son capaces de hacer llegar la señal, en buenas condiciones, más allá de una determinada área. Es por ello por lo que se requiere la existencia de otros emisores, más o menos potentes, que cubran y den servicio a áreas a las que no llega la señal inicial. Sin embargo, si se lograse situar una antena emisora a una altura suficiente como para que existiese un camino óptico directo entre ella y cualquier punto de territorio determinado, como el conjunto de España, no existiría la necesidad de disponer de *repetidores* por toda la geografía nacional. Esto es lo que viene a materializar la *televisión por satélite*. Una emisora terrena envía al satélite el o los programas a difundir. Este tipo de satélites son del tipo geoestacionario, es decir, parecen estar quietos para un observador situado en tierra. El satélite hace de *reemisor*, difundiendo la señal por una amplia zona. La solución técnica para captar las señales del satélite consiste en disponer de una antena especial, enfocada en dirección al satélite, seguida de unos circuitos que permiten obtener la señal que, introducida en el televisor convencional doméstico, permite obtener el programa o los programas que hayan sido enviados al satélite (a partir de 1985-86 se han iniciado ya en Europa emisiones de TV por satélite).

El televisor está encontrando otros nuevos tipos de aplicación dentro del ámbito doméstico que resultan de gran

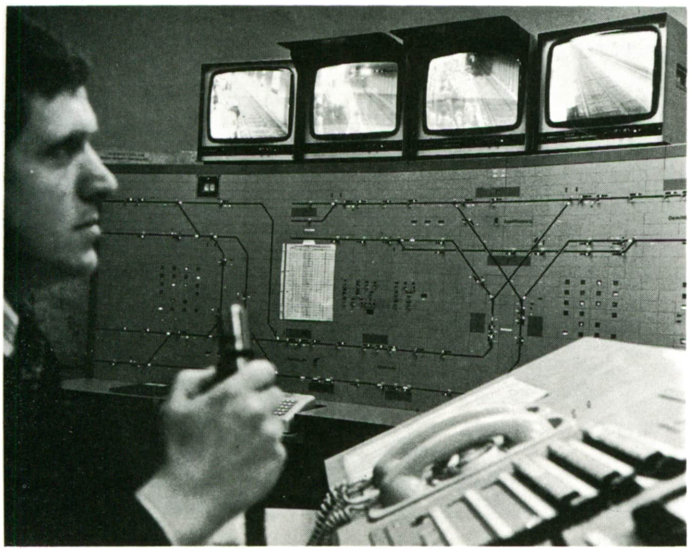
interés. Así por ejemplo, actualmente se pueden tener acceso a distintos *bancos de datos de información* de tipo general y específico sin más que conectar un equipo auxiliar al televisor y a una línea telefónica y utilizando un servicio denominado *Videotex* (ya instalado en plan experimental en España). Este servicio consiste en que las administraciones de telecomunicaciones de cada país conectan la red telefónica a distintos ordenadores, dentro de los cuales se encuentran almacenadas informaciones diversas. El usuario, sin más que marcar un número de teléfono, obtiene en la pantalla de su televisor, unos conjuntos de datos que él puede seleccionar y que él incluso puede modificar. Es decir a través de un sistema de *Videotex*, se puede llegar, por ejemplo, a hacer reservas de hoteles o hacer pedidos de ciertos productos, etc. Otro servicio que se anuncia de implantación próxima en España, es el deominado *Teletex*. Mientras que en el caso del *Videotex*, el usuario puede interaccionar con la fuente de información a través de un pequeño teclado adosado a su televisor, en el caso del *Teletex* lo que se obtiene es un sistema de transmisión de información gráfica y alfanumérica unidireccional.

Es decir la emisora de TV, en este caso, a la vez que transmite su programa habitual emite, de una forma inteligente, dentro del mismo canal unas informaciones gráficas y alfanuméricas que el usuario puede consultar, siempre y cuando disponga de una pequeña modificación de su televisor. Los dos sistemas descritos se están implantando en varios países, estando pendiente su evaluación y su capacidad de penetración dentro de hogares, agencias de viajes, librerías, etc.

Sin embargo, lo que a juicio de muchos expertos constituye el elemento clave del futuro de la introducción de la Electrónica en el hogar, es el *computador personal*. Se trata de pequeños computadores que, convenientemente conectados a diversos elementos domésticos, pueden permitir una automatización de su funcionamiento. Asimismo, el computador personal permite realizar tareas de cálculo, de archivo, de programación, que pueden ser de utilidad para la persona encargada de, por decirlo así, la «logística del hogar». La invasión de este tipo de máquinas ya ha comenzado a través de una puerta falsa. En efecto, los denominados *juegos de video* no son más que pequeños computadores dedicados a presentar en la pantalla del

televisor juegos más o menos complejos. Sin embargo, el corazón de estas máquinas es exactamente el mismo que el de un computador personal; el *microprocesador.*

De esta forma unas máquinas que eran solamente utilizadas por científicos hace 20 años se convierten en un elemento más de consumo, como consecuencia del descenso en los precios de los componentes y sistemas electrónicos, abriéndose nuevos mercados que son satisfechos a una velocidad creciente por fabricantes que antes solamente se dedicaban a mercados profesionales.



Las nuevas tecnologías juegan un papel importante en el transporte.
Panel central de un sistema de control de tráfico ferroviario.

LA ELECTRONICA EN LOS TRANSPORTES

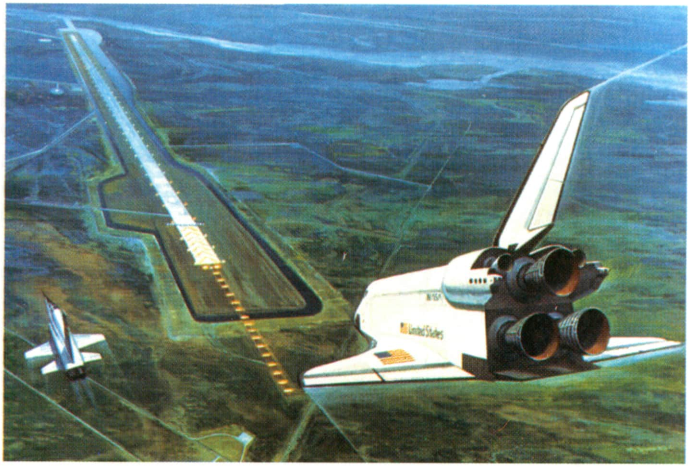
Es quizás en la *aviación*, como método de transporte, donde la Electrónica ha jugado y juega un papel más determinante para el mantenimiento de los servicios. En efecto, se podría decir que la Electrónica se utiliza en tres terrenos fundamentales. En primer lugar, en el control de la situación de la aeronave, tanto por el propio piloto como por los encargados de controlar las rutas aéreas. En segundo lugar, para comunicar al avión con diversos centros en tierra.

En tercer lugar, y cada vez de forma más importante dado el incremento de complejidad de los aviones, la Electrónica se utiliza para controlar los complejos sistemas que constituyen las entrañas de un avión moderno.



Simulador de vuelo del avión «Tornado». Todos los parámetros con los que se trabaja pueden quedar visualizados en pantalla. Los alumnos-piloto pueden realizar centenares de horas de prácticas sin necesidad de volar. El computador simula todo tipo de incidencias, averías o condiciones atmosféricas.

El control de situación ha sido para los navegantes uno de los problemas fundamentales que han debido ir resolviendo con métodos cada vez más sofisticados. El avión dispone de una serie de equipos tales, que, conocido el emplazamiento del lugar de partida, actualizan constantemente la posición de la nave con errores muy pequeños. Estos sistemas están basados en la utilización del giróscopo en combinación con una serie de elementos electrónicos que constituyen un computador. En segundo lugar, los pilotos, a través de sus sistemas de telecomunicaciones, suelen estar en contacto con lo que se denominan *radiofaros*, los cuales cumplen una misión análoga a la de los faros marítimos. Sin embargo en



Nave Columbia en fase de aterrizaje. Con los recientes lanzamientos, culminan una serie de extraordinarios avances en el campo de las telecomunicaciones.

vez de utilizar luz como elemento de localización se utilizan señales electromagnéticas de naturaleza diversa, lo que caracteriza a cada uno de los sistemas de radiofaros.

El *aterrizaje automático* consiste en disponer una serie de emisores en situaciones bien conocidas en relación con la pista de aterrizaje, de manera que, a través de un sistema de presentación de la información adecuado, el piloto sabe constantemente si está en la situación precisa para poder enfilar la pista independientemente de la visibilidad existente.

Teniendo en cuenta el impresionante aumento de tráfico aéreo en los últimos 20-30 años, resulta indispensable el realizar funciones de «policía de tráfico» en centros especializados, que se dedican a controlar partes preestablecidas del territorio. Este control solamente se puede llevar a cabo basándose en equipos electrónicos. Para ello se utiliza, fundamentalmente el *radar*. Este sistema consiste en la emisión de un impulso de señal electromagnética de muy alta frecuencia, que presenta la propiedad de rebotar sobre superficies sólidas, tales como las que presenta un avión. La recepción del eco por la estación emisora permite establecer la *dirección* en la que se encuentra el aparato controlado y su *distancia*, con lo cual se le tiene perfectamente localizado tomando como referencia el punto de emisión. Actualmente, esta técnica ha evolucionado en gran medida, utilizándose

computadores para procesar y visualizar en pantalla.

La introducción de la Electrónica en los *automóviles* ha supuesto un impacto menor de lo que algunos teóricos predijeron en su momento. Actualmente la Electrónica se utiliza dentro de la propia maquinaria del automóvil, en tareas tales como el encendido automático, evitando el uso de sistemas electromecánicos. Asimismo, se utiliza con sistemas complementarios que permitan ofrecer una serie de informaciones adicionales al conductor. Estas informaciones son por ejemplo, la hora, los km recorridos, la gasolina consumida o indicaciones varias sobre los diversos elementos del automóvil, tales, como consumo de los frenos, nivel de aceite, revoluciones del motor, etc. Sin embargo el conductor tiene una capacidad limitada para asimilar información, por lo que resulta difícil incrementar el número de indicadores que realicen una función eficaz. A lo largo de esta enciclopedia se exponen sin embargo numerosos sistemas de control del denominado «vehículo del futuro».



Sala de control de un sofisticado sistema de regulación y control del tráfico urbano en una gran ciudad de la R.F. Alemana.

LA ELECTRONICA EN LAS COMUNICACIONES

Probablemente sea el área de las Telecomunicaciones la que más se haya beneficiado, desde sus comienzos, del uso de la Electrónica. En líneas anteriores se han descrito ya algunas aplicaciones de uso común tales como la TV, la radio, la radiodifusión, etc. En este apartado merece la pena citar unas aplicaciones que se han desarrollado y que son actualmente una realidad, aunque presentan una proyección de futuro muy importante.



Cabina de control de un conjunto de radiotelescopios instalados en Westerbork-Holanda (Cortesía: Philips).

El problema de la *telefonía,* o transmisión de la voz entre dos abonados separados por una distancia determinada, consiste en establecer un sistema que permita la interconexión entre abonados sin necesidad de situar una línea entre cada par de ellos. Para ello se hace uso de lo que se denomina sistemas de conmutación. Es decir, las líneas realmente existentes son muy inferiores, en número, a las que haría falta para conectar entre sí a todos los abonados. Mediante un adecuado sistema de contactos se puede

establecer comunicación entre todos los abonados, con una probabilidad muy baja de que una determinada línea se encuentre ocupada. Inicialmente, y aún hoy, la mayor parte de los sistemas de telefonía estaban basados en sistemas de tipo electromecánico para realizar las funciones de conmutación. Es decir, las conexiones entre abonados se establecen por medio del cierre inteligente de determinados contactos metálicos. Actualmente, existe la posibilidad, y de hecho ya hay varios ejemplos de ello instalados en muchas partes del mundo, incluido nuestro país, de que estas conexiones se realicen por medio de la Electrónica. Los

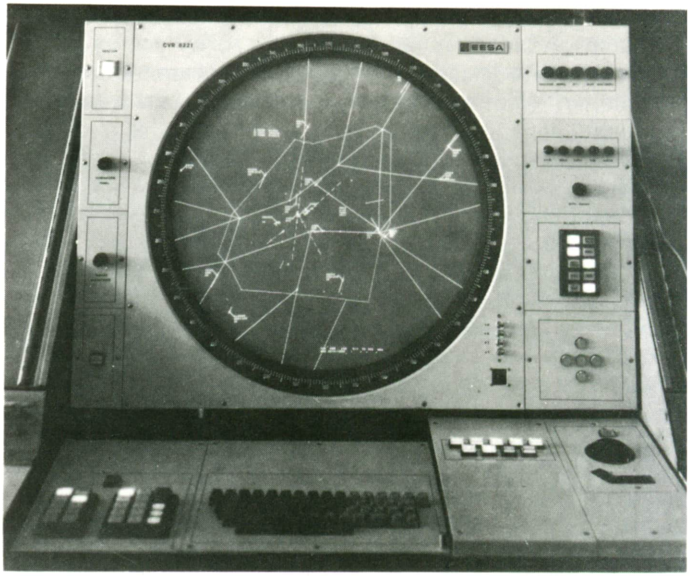


Equipo de radio portátil que incluye un receptor de televisión en blanco y negro. Los avances tecnológicos en materia de TV no han hecho más que comenzar; en los próximos años asistiremos a nuevos y espectaculares modelos, de los que daremos cuenta a lo largo de esta enciclopedia.

contactos metálicos son sustituidos por *relés electrónicos*, que son gobernados por un computador. Al mismo tiempo, este computador puede realizar la función de verificar el uso de la red, simultáneamente puede emitir informes, tarificar, etc. Es en esto en lo que consisten las llamadas *centrales electrónicas*, las cuales pueden ser utilizadas para la otra gran innovación que presentan las Telecomunicaciones en nuestro tiempo; se trata de las llamadas redes de *transmisión de datos*.

Actualmente existen multitud de computadores que almacenan información cuyo punto de utilización se encuentra alejado físicamente de aquéllos. Tal es el caso de la *banca*, en la cual las cuentas de los clientes se encuentran almacenadas en un computador central. Sin embargo es necesario disponer en cada agencia de algún tipo de elemento de comunicaciones que permita consultar y actualizarlas. Ello se realiza mediante la denominada transmisión de datos. En definitiva, no se trata más que de la comunicación entre dos seres inanimados; por un lado, el computador central que emite sus datos a demanda del terminal de agencia, y por otro éste que solicita y actualiza los datos del computador central. Este es un ejemplo típico de aplicación de las nuevas *técnicas telemáticas*. Sin embargo no se limita a este solo caso el uso de la transmisión de datos; existen multitud de aplicaciones en las cuales resulta de interés, el que la información contenida en la memoria del computador esté disponible a distancia. Una de las necesidades actuales más acuciantes es la de disponer de suficiente *información* para poder tomar decisiones. A diferencia de siglos anteriores, estas informaciones existen y se encuentran disponibles en *bancos de datos*, que diversos tipos de entidades públicas o privadas se encargan de actualizar constantemente. La transmisión de datos permite acceder a esas fuentes de información, prácticamente desde cualquier punto del mundo, sin más que disponer de unos medios técnicos y haciendo uso de la infraestructura de comunicaciones que ya existe en la mayor parte de los países. La integración del conjunto de redes de comunicaciones actualmente en funcionamiento, es decir, las denominadas *redes de servicios integrados*, proporcionarán en el futuro una variedad de servicios enorme, tanto para usos productivos como para uso doméstico, utilizando la misma infraestructura, que cada vez resulta ser más compleja. En

efecto, inicialmente todas estas redes hacían uso de la transmisión por cable; posteriormente, se comenzó a utilizar la posibilidad de transmitir a lo largo de un mismo conductor un conjunto de canales distintos. Sin embargo, se seguiría utilizando el conductor físico para realizar esta comunicación.



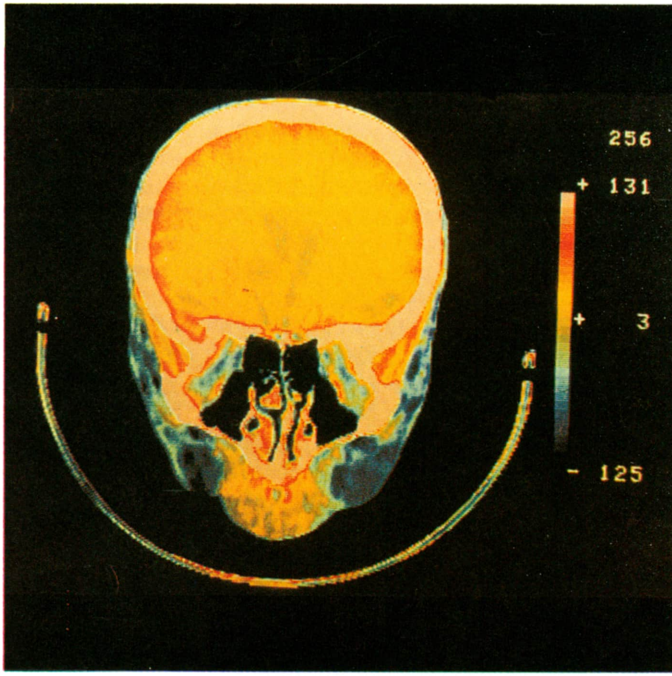
Monitor de radar para controlar el tráfico aéreo. Ha sido fabricado en España por la firma Experiencias Industriales.

Posteriormente, con el advenimiento de la era espacial, fueron lo satélites los que asumieron una buena parte del tráfico de las comunicaciones mundiales. Los *satélites* actúan tal como se describió anteriormente, simplemente como antenas elevadas. Es decir, una estación emisora transmite un conjunto de señales, que son canales de voz, televisión, etc., hacia el satélite, que posteriormente retransmite a una estación terrena, situada lejos de la estación emisora. Así se han podido obviar las dificultades técnicas que supone la transmisión a distancia, incrementándose notablemente la capacidad de transmisión de información alrededor del mundo, interconectándose todo el mundo mediante redes que cada día son más complicadas y que tienden a transportar todo tipo de informaciones útiles.

El problema actual, en cuanto a las comunicaciones, es menos un problema técnico que un problema organizativo. Resulta lógico que, a medida que se necesita incrementar el tráfico de comunicaciones entre partes del globo, interese disponer de medios que sean capaces de recoger tales cantidades de tráfico. A este respecto, la transmisión de informaciones haciendo uso de la luz parece un camino prometedor. En efecto, utilizando las denominadas *fibras ópticas* es posible transmitir mucha más información que mediante los medios convencionales que utilizan el soporte conductor o el soporte radio. Las fibras ópticas son unos hilos extremadamente delgados de un material vítreo, que permiten la transmisión, con muy pequeñas pérdidas de información, a distancias cada vez más elevadas. Estos nuevos sistemas de transmisión hacen uso de la luz como portadora de información y presentan la ventaja de que no son afectados por interferencias de otras señales, tal como ocurre en el caso de la radio, ya que la información queda constreñida al ámbito de la fibra óptica. La luz no escapa de ella, ni es capaz de acceder a la misma, por lo que la información queda perfectamente preservada.

Todos estos nuevos sistemas de transmisión permitirán, y están permitiendo ya, de hecho, un incremento notable de las comunicaciones mundiales. Todo ello está basado en el uso extensivo de la Electrónica. En el futuro será corriente utilizar sistemas tales como el *correo electrónico*, consistente en la intercomunicación de abonados, haciendo uso de pantallas de TV en las cuales aparecen reflejados los mensajes. Asimismo, será corriente el realizar lo que se denomina *teleconferencias*. Este nuevo tipo de comunicación consiste en establecer un enlace auditivo entre un conjunto de abonados que se encuentran en sitios diversos, de forma que todos ellos son capaces de escuchar las voces de los demás abonados en presencia. La generalización de este tipo de reunión a distancia permitirá el ahorro de multitud de viajes, con lo que muy probablemente se justificará el coste adicional de la introducción de estos nuevos servicios.

Multitud de otras nuevas ideas están surgiendo en los diversos servicios de telecomunicaciones. En los próximos años posiblemente, aparecerán en el mercado varias de estas nuevas posibilidades, que sin duda modificarán la vida tanto en el hogar como en el trabajo.



Aspecto de una imagen tomográfica obtenida medinte un tomógrafo axial por computador. Es uno de los instrumentos médicos más modernos que permite un diagnóstico rápido y eficaz.

LA ELECTRONICA EN LA SALUD

La medicina ha sido siempre una ciencia empírica que muchas veces se ha considerado más como arte que como verdadera ciencia. En las épocas clásicas era la observación del enfermo por el médico la que determinaba el diagnóstico y la eventual terapia a aplicar. Siempre se han utilizado herramientas en la realización de diversos tipos de acciones sobre el enfermo. Así, ya en tiempos prehistóricos, la tecnología disponible de los metales permitía, en ciertos pueblos, disponer de herramientas de corte de una indudable calidad. Sin embargo, no es hasta el siglo actual cuando se produce una eclosión de la tecnología aplicada a la medicina. A últimos del siglo XIX y principios del XX la introducción de las técnicas de *rayos X* revolucionan ciertos aspectos del diagnóstico médico, al permitir visualizar el interior del organismo de forma incruenta. Posteriormente el

advenimiento de tecnologías más sofisticadas han llevado a una eclosión de los medios técnicos puestos a disposición de los médicos para realizar su labor. La Electrónica, como es lógico, no es ajena a este proceso.

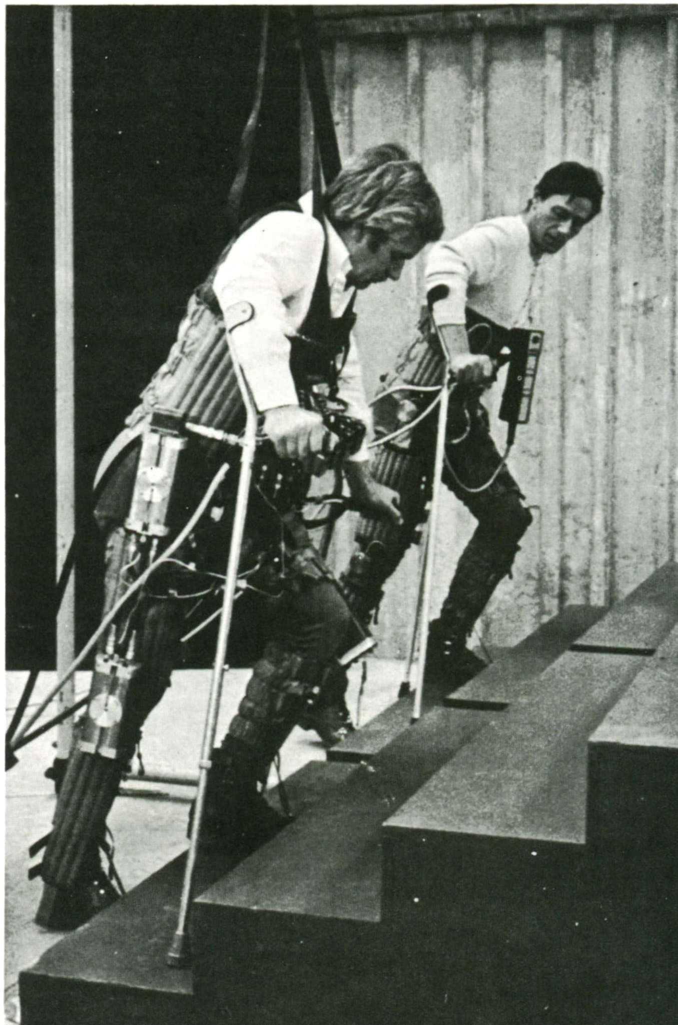
El proceso que sigue un médico para tomar una decisión consiste en examinar los signos y síntomas que presenta el enfermo, correlacionarlos con su saber, adquirido a lo largo de años de práctica y tomar una decisión sobre lo que hace falta hacer para aliviar los males del enfermo. En los tres procesos descritos, es decir, en el proceso de *obtención de datos*, en el proceso de *diagnóstico* y en el proceso de *tomar acciones* sobre el enfermo, se ha introducido la Electrónica, con una gran intensidad, a lo largo de los últimos años. Ello ha determinado la aparición de nuevos y complejos problemas en los cuales se requiere el concurso de diversos tipos de profesionales para poder llegar a solucionarlos.



Las salas de los hospitales, especialmente las dedicadas a vigilancia intensiva (UVI) están equipadas cada vez más con elaborados equipos electrónicos.

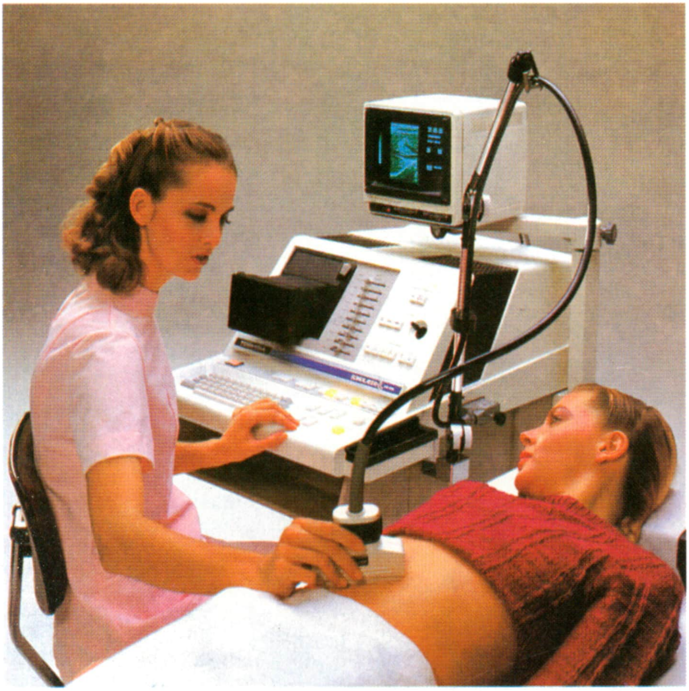
En primer lugar, las aplicaciones de la Electrónica a la medicina, han ido en el sentido de poder examinar con gran precisión los síntomas que presenta el paciente.

Uno de los tipos de medidas más realizados en la clínica es el de las *señales bioeléctricas* generadas por el propio organismo. Así por ejemplo, las funciones que debe realizar el corazón como bomba impulsora de sangre al conjunto del cuerpo se encuentran sincronizadas por medio de un



Entre los equipos biomédicos están los específicos para ayudas funcionales; entre ellos. pueden destacarse por su enorme complejidad, las piernas ortopédicas controladas totalmente por señales bioeléctricas.

complejo mecanismo. Este mecanismo tiene una manifestación externa en forma de unas débiles señales eléctricas que se pueden captar sobre la superficie de la piel, dando lugar a un método de diagnóstico que se denomina *electrocardiografía.* La captación de estas señales permite detectar anomalías en el ritmo o en el funcionamiento del corazón. Asimismo, la *actividad bioeléctrica cerebral*, recogida sobre la superficie del cráneo recibe el nombre de *electroencefalograma.* Estas señales son de magnitud extremadamente pequeñas, por lo que requiere del uso de elementos electrónicos con el fin de poder amplificarlas y presentarlas en un sistema adecuado de registro. Lo mismo ocurre con la actividad bioeléctrica de los músculos.



Complejo equipo de ecografía para la exploración médica, fabricado por Toshiba. También el tema de la electromedicina será tratado monográficamente a lo largo de esta enciclopedia.

El sistema cardiovascular está constituido por una bomba impulsora de sangre, el corazón y un complejo sistema de tubos que reparten la sangre a todo lo largo del organismo.

Como tal sistema hidráulico, se pueden realizar sobre él las medidas que son propias de este tipo de sistemas. Es decir, medidas de presión, caudal, flujo global que sale o entra de una determinada porción del cuerpo, etc. La realización de todas estas medidas requiere el uso de unos dispositivos denominados *transductores*, que se ocupan de convertir las señales de presión, caudal, etc., en señales eléctricas que son posteriormente procesadas, a fin de presentar la información que ellas contienen. Análogamente, es posible evaluar las variables que caracterizan al comportamiento del aparato respiratorio. En este caso lo que interesa encontrar son los valores de los volúmenes de gases puestos en juego a lo largo de un proceso normal o forzado de inspiración y espiración. Todo ello también se puede realizar mediante equipos totalmente electrónicos.



Los «computadores de la 5.ª generación», constituyen uno de los retos tecnológicos más importantes que tiene planteados los científicos. Sin embargo, el cerebro, la mente huamna, jamás podrá ser superada por el «cerebro electrónico» en un aspecto importante; en la creatividad y en los sentimientos.

Sin embargo, las aplicaciones más interesantes de los equipos electrónicos para el diagnóstico, o al menos las que se encuentran más de actualidad, son aquellas que permiten la visualización de tejidos de forma incruenta. Los rayos X

tradicionales constituyen el ejemplo más primitivo de este tipo de técnicas. En este caso, una fuente de rayos X colocada a un lado del paciente emite este tipo de radiaciones de forma que atraviesan a aquel, impresionando una película situada en el lado opuesto. La mayor o menor absorción de este tipo de radiaciones efectuada por los distintos tejidos que atraviesan las radiaciones determinan



La medicina deportiva se vale en gran medida de la Electrónica. En la fotografía de Siemens puede verse un equipo que permite el almacenamiento de un electrocardiograma durante 24 horas, procediendo a continuación a una evaluaciión mediante microcomputador.

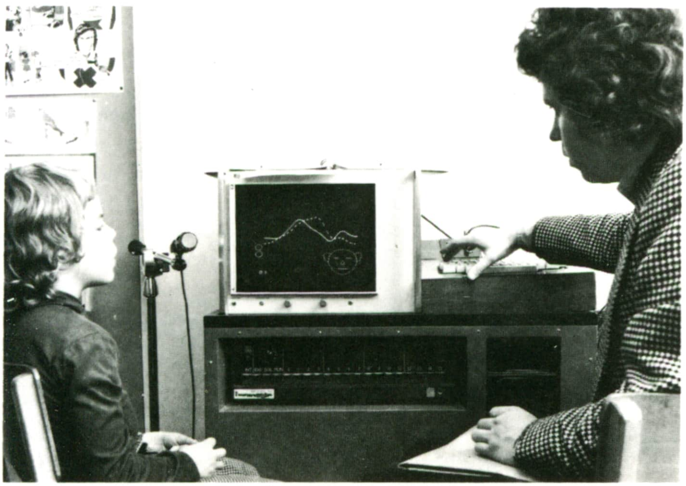
una mayor o menor opacidad en la película. Con ello se pueden identificar las diversas zonas examinadas. Esta técnica ha servido de base para la realización de lo que es en este momento, uno de los mayores avances en el diagnóstico de los últimos tiempos. Se trata de la *tomografía axial computerizada.* En esta técnica, un gran conjunto de detectores de rayos X se sitúan en un círculo de forma que abarcan al cuerpo del paciente según un plano normal a su eje. Un generador de rayos X se encuentra en el lado opuesto al de los detectores. La utilización de un gran número de medidas permite la reconstrucción de las características de absorción del plano en el que están los detectores y el emisor con el eje del paciente. Ello ha permitido observar su interior de forma absolutamente incruenta y con una gran definición.

Otra técnica actualmente en desarrollo consiste en la denominada *resonancia magnética nuclear.* El principio de esta técnica ha sido ya utilizado durante varios años en el análisis químico. A diferencia del caso de la tomografía, en este caso se obtienen imágenes funcionales relacionadas con los tejidos correspondientes a la sección observada. Es decir, mientras que en el caso de la tomografía solamente se observan detalles estructurales de la sección, es decir, la delimitación de los distintos tejidos que en ella se encuentran, en el caso de la resonancia magnética nuclear, es posible obtener el tipo de sustancias que se encuentra dentro de cada uno de los tejidos.

Asimismo, realizando una secuencia de medidas también es posible establecer la dinámica de unas determinadas sustancias que influyen a tejidos concretos. La ventaja de esta técnica con respecto a la tomografía consiste en que, en este caso, no se utiliza ningún tipo de radiación ionizante como son los rayos X, por lo cual, en principio, una prueba de resonancia magnética nuclear resulta inocua. Por el contrario es bien conocido que los rayos X pueden producir alteraciones de los tejidos irradiados. Es por ello por lo que están especialmente desaconsejados en el caso de madres gestantes.

Otra técnica de visualización de tejidos, que también se encuentra muy en auge, es la que parte del uso de radiaciones mecánicas de alta frecuencia, es decir de *ultrasonidos.* Estas vibraciones se acoplan desde la superficie de los tejidos al volumen del cuerpo que se pretende observar. En este caso no es la absorción de las vibraciones

lo que se observa, sino el eco que las discontinuidades de tejidos provocan sobre dicha vibración. La recepción de estos ecos, por medio de una sonda adecuada, permite obtener una visión del interior del organismo, que está especialmente indicada para aquellos casos en los que se pretendan observar zonas blandas del cuerpo. Es decir, allí donde no se encuentren huesos. Tal es el caso de las observaciones cardíacas o de las observaciones de un feto en el seno de su madre. Todas estas técnicas dependen absolutamente del uso de la Electrónica. Sin ella ninguna de estas posibilidades podría ser realidad.



Una firma inglesa ha desarrollado un equipo electrónico que permite ayudar a los sordomudos a ejercitar el habla, basándose en fonemas previamente registrados y almacenados en la memoria del equipo.

Sin embargo, en el proceso del cuidado del enfermo, muchas veces ocurre que lo interesante no es realizar una medida puntual sobre él, sino realizar una medida continuada de forma que se pueda seguir la evolución subsiguiente a su tratamiento. Tal es el caso que se da en las denominadas *unidades de vigilancia intensiva* (UVI). En ellas se suelen encontrar pacientes en grave estado, como resultado de algún tipo de accidente, proceso agudo, o como resultado de una intervención quirúrgica. En este caso interesa seguir el desarrollo de la evolución del paciente teniendo la posibilidad de disponer de alarmas que avisen al personal que le atiende de la aparición de problemas. Las unidades de

vigilancia intensiva actuales son un complejo mundo en el cual la Electrónica se encuentra por todas partes.

Existe una amplia gama de aparatos terapéuticos que se basan en el uso de la Electrónica. Siguiendo con el caso antes citado de las unidades de vigilancia intensiva, es corriente encontrar en ellas lo que se denomina un *desfibrilador*. En síntesis, este equipo consiste en un sistema que permite realizar una descarga eléctrica de alta potencia sobre el pecho del paciente, con el fin de reanimar su corazón, que se encuentra en un proceso de fibrilación, o lo que es lo mismo, de falta de eficacia de bombeo.

Otro tipo de sistemas, normalmente basados en la electrónica, son los que se denominan *ayudas funcionales*. Existen diversos tipos, aunque todos ellos tienen en común la característica de que tienden a compensar algún tipo de deficiencias del paciente. Así existen ayudas sensoriales, locomotrices, de comunicación, etc. Quizás el ejemplo más conocido de ayuda sensorial sean los *audífonos* o dispositivos que permiten elevar el nivel de la intensidad del sonido que llega al paciente, para compensar deficiencias en la audición, y los *marcapasos*.

Finalmente, es importante reseñar el conjunto de aplicaciones que los computadores tienen actualmente dentro del campo sanitario. Un hospital es un sistema mitad residencia-hotel, mitad centro asistencial. Ello implica que existen multitud de problemas organizativos a los cuales se puede aplicar los mismos criterios que a cualquier otro sistema industrial. Así, por ejemplo, la *gestión diaria de un hospital* puede ser perfectamente informatizada en sus aspectos dietéticos, económicos y, en general, de gestión. Paralelamente, los archivos de *historias clínicas* también pueden ser informatizados, proporcionando la ventaja de una accesibilidad rápida y eficaz a toda la información que existe en el hospital sobre un determinado paciente.

Las reseñadas son solamente algunas de las aplicaciones que encuentra la Electrónica en el campo sanitario; sin duda el futuro verá mayores desarrollos en este sentido.

LA ELECTRONICA EN LA OFICINA

La mayor parte del trabajo burocrático consiste en la realización de tareas repetitivas que hacen muy difícil un

incremento de productividad, dentro de los sistemas crecientemente burocráticos en los que nos movemos. La Electrónica está permitiendo racionalizar estos sistemas burocráticos. Así, de un análisis elemental de las actividades de una oficina típica, se deduce que las operaciones fundamentales son la escritura de textos, muchas veces similares entre sí, el archivo de documentación, el envío de notas y cartas de unos lugares a otros, etc. Pues bien, todas estas actividades pueden ser racionalizadas y mecanizadas.



La microinformática es ya la base de toda oficina moderna. Además de soportar toda la gestión propia de una empresa, eliminando o reduciendo al mínimo los papeles y los archivos, los microcomputadores pueden realizar gráficos, estadísticas, dibujos tridimensionales, etc.

Es ya muy conocido el tratamiento informatizado que se realiza con las nóminas. En este caso tan sólo se trata de elaborar una serie de cuentas. Parecido problema supone la gestión de los stocks de material en una determinada fábrica. En este caso de lo que se trata es de llevar las cuentas de las existencias de los diversos materiales almacenados. Sin embargo, será probablemente el *tratamiento de textos* el que introduzca una mayor alteración dentro del trabajo administrativo. Esta técnica consiste en, haciendo uso de un computador, elaborar un escrito partiendo de textos previamente almacenados, combinándolos de forma inteligente para dar lugar al escrito de que se trate. Así, el envío de circulares constituye un ejemplo clásico, en donde lo único

que hace falta cambiar en cada nueva carta es la dirección del destinatario. En las oficinas judiciales muchas veces se redactan sentencias que no son más que ligeras modificaciones de otras anteriormente dictadas. Es por ello por lo que el tratamiento de textos jugará un papel importante en la racionalización de la *gestión judicial*. Algo similar se puede decir del trabajo de determinados tipos de *profesionales* liberales, tales como abogados, médicos, notarios, ingenieros, etc., donde se redactan escritos de contenidos similares.

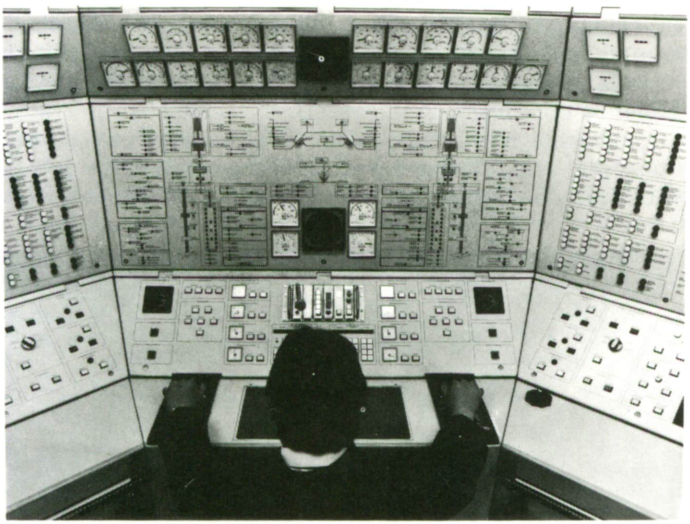
El *archivo de información* constituye un problema creciente en multitud de instituciones burocráticas, debido al volumen que estos archivos alcanzan y a las dificultades que plantea su manipulación en un tiempo razonable. La Informática viene a disminuir estos problemas por medio del uso de *memorias* de gran capacidad que permiten el almacenamiento de la información de forma barata y facilitando el acceso. La creación de *archivos informatizados* conlleva la posibilidad de recuperar la documentación desde puntos alejados físicamente del propio ordenador, con lo cual se introducen nuevas posibilidades en el manejo de esta información. El *envío de información* entre distintos puntos de un sistema burocrático, supone la utilización de una gran cantidad de papel y de medios de transporte. La utilización del *correo electrónico* dentro de las oficinas viene a paliar este problema. Mediante la utilización de uno o más computadores dentro de la oficina es posible transmitir entre ellos notas y escritos que, convenientemente recibidos, dan lugar a lo que se denomina correo electrónico.

Sin embargo, el problema de la racionalización y de la informatización de la función burocrática es más un problema organizativo que tecnológico. En efecto, de la experiencia habida a lo largo de los últimos años, en la informatización de ciertas labores burocráticas, se desprende que, si previamente no se ha establecido perfectamente qué es lo que se quiere conseguir, la informatización fracasa por rechazo de los propios usuarios, ya que les provoca más problemas que los que viene a resolver.

No obstante, una progresiva mentalización del personal y una ventaja objetiva en la utilización de los métodos que la *ofimática* (tal como se denomina a esta nueva rama de la Informática), permiten augurar nuevas técnicas que serán las únicas que pueden permitir mejorar el rendimiento de los actuales sistemas productivos.

LA ELECTRONICA EN LA FABRICA

La *automatización* de los procesos de producción en serie es ya una realidad que va en aumento en todos los sectores industriales. La Electrónica ha venido a eliminar las labores mecánicas más penosas, en base a la utilización de equipos cada vez más complejos y versátiles. De esta forma en las nuevas instalaciones industriales, se cambia mano de obra no cualificada por inversión en la automatización.



Sala de control y verificación del proceso productivo de una fábrica de producción naval. (Cortesía: AEG Telefunken).

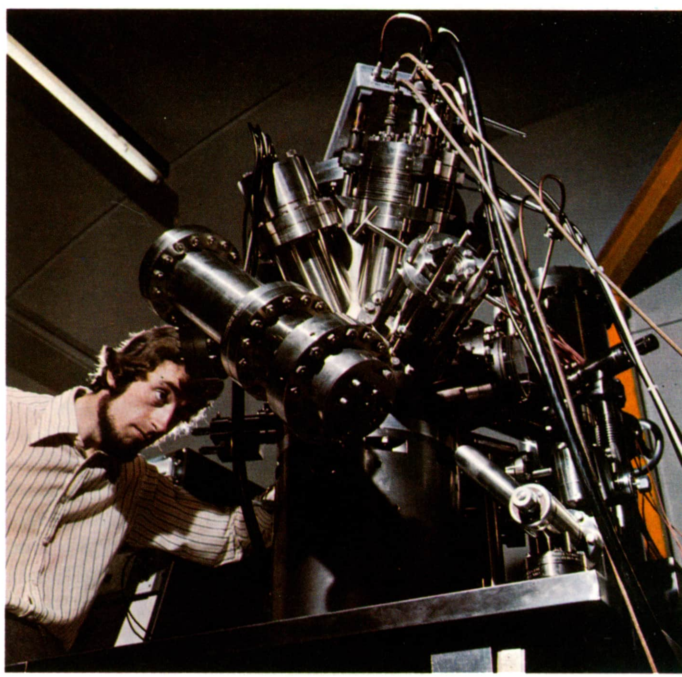
Esta situación preocupa a multitud de estudiosos de los efectos de la introducción de las nuevas tecnologías en el conjunto de la Sociedad.

Desde un punto de vista técnico lo que se hace es proceder a utilizar elementos electrónicos y electromecánicos para llevar a cabo tareas preestablecidas. Es decir, de lo que se trata es de establecer unas programaciones de elementos mecánicos, o de otro tipo, de forma que éstos llevan a cabo secuencias de acciones que conducen a la realización del producto acabado.

Cualquier sistema de automatización suele constar de tres partes fundamentales, con algunos aditamentos que permi-

ten el control humano de las operaciones en algunos casos. En primer lugar el sistema debe «ver» de alguna forma la realidad que le circunda. Ello implica que éste debe ser consciente de cuáles son los valores de las variables que afectan al proceso que deben manipular. Esta captación de información se puede realizar de muchas formas. Dependiendo del proceso sobre el que se pretenda actuar, se utilizarán elementos de conversión o transductores de un tipo o de otro. Las señales eléctricas generadas por estos «ojos» del sistema son posteriormente tratadas por algún tipo de sistema electrónico, que en la mayor parte de las ocasiones en instalaciones modernas, suele ser un microcomputador. Así el procesador decide las acciones que se han de tomar en función del estado del proceso que se pretende controlar o automatizar.

Finalmente, existen unos sistemas denominados *accionadores* que actúan sobre el proceso para conducirlo hasta la situación que se pretende obtener. Ocasionalmente las



Las nuevas tecnologías, Electrónica e Informática, se incorporan también a cualquier máquina compleja que se utilice en la fabricación, verificación e incluso en la investigación de los demás sectores industriales.

informaciones obtenidas o las variables intermedias se presentan a un controlador humano de forma que este pueda, en todo momento, averiguar el estado objetivo del sistema.

El sistema descrito en el párrafo anterior corresponde a la *automatización* de cualquier tipo de industria en la cual se de un proceso continuo de fabricación de productos. En la terminología actual se habla mucho de los *robots.* Estos sistemas no son más que unos elementos adicionales de un sistema de automatización. En efecto, los denominados robots, suelen consistir en unos elementos mecánicos que realizan diversos tipos de funciones como pueden ser, soldadura, pintura, manipulación de piezas, etc. Como tal aparecen en algunos tipos de cadenas de montaje, particularmente, en fábricas de elementos mecánicos, como pueden ser automóviles.

La automatización constituye un sistema de crecimiento de productividad en base a la adquisición de sofisticados equipos que, mediante el control de un reducido grupo de personas especializadas, pueden realizar la producción que habitualmente llevarían a cabo un buen número de obreros no cualificados.

LA ELECTRONICA EN LA AGRICULTURA Y GANADERIA

La agricultura y la ganadería, es decir el sector primario, también se han beneficiado de la introducción de la Electrónica. Los tipos de aplicaciones de la Electrónica en este sector son de naturaleza muy variada. Sin embargo se podría realizar una clasificación de estas aplicaciones en un conjunto de grupos homogéneos. Así, por ejemplo, se puede hablar de medios electrónicos para el *control de plantaciones*, dedicados al control del estado del suelo desde el punto de vista físico y químico, a la medida del rendimiento de los medios mecánicos utilizados en el proceso de plantación, etc.

Otro tipo de medidas de interés son las que se utilizan para el control de la producción. Entre ellos cabe citar los *sistemas antiheladas.* Estas se suelen basar en la medida de las diferencias de temperaturas que existen entre el suelo y una determinada altura. Si esta diferencia supera un cierto

umbral se provoca el disparo de unos aspersores que, al humidificar el ambiente, provocan una elevación de temperatura. Los *sistemas de control automático de riego* utilizan actualmente, sistemas muy elaborados, basados, fundamentalmente, en la Electrónica; el ejemplo más llamativo lo constituye el denominado *procedimiento de riego gota a gota.* En este sistema una compleja red de tubos de plástico ranurados permiten la llegada del agua a la proximidad de cada una de las plantas que se pretende regar. Un complejo sistema de válvulas y de bombas accionadas, normalmente, mediante un computador permiten establecer los flujos de agua necesarios para la optimización de la producción.



Las torretas sobre el puente soportan sensores para medir la calidad, nivel y caudal de las aguas del río, destinadas a regadíos y al consumo humano. Además, el sistema puede estar conectado a una red telemática a fin de regular el conjunto de embalses de una región o país.

Capítulo importante, dentro del proceso agrícola, es el del *almacenamiento de los productos recolectados.* El control del estado en el cual se almacenan estos productos resulta vital para su buena conservación. Así, la Electrónica colabora a que, por ejemplo, no se produzcan enmohecimientos ni explosiones dentro de los silos de cereales. Asimismo, se puede conseguir un *secado automático* del arroz por medio de una combinación de elementos electromecánicos y electrónicos que permiten un control continuo del proceso de secado.

Otro gran apartado de aplicaciones de la Electrónica a la

agricultura es el conjunto de *infraestructuras informativas* que actualmente se comienzan a implantar. Los nuevos sistemas de información basados en la *telemática*, es decir, en la combinación de la informática y de las comunicaciones, para proporcionar al agricultor una información de primera mano que le sea útil en su vida profesional, presentando unas grandes perspectivas de futuro.

Finalmente, la Electrónica también ha comenzado a aplicarse en el ámbito de la ganadería. Las *granjas automatizadas* son ya una realidad que permite la producción controlada de productos derivados de los animales, tales como la leche. La *alimentación automática* de los animales en función de sus necesidades, individualizándoles, constituye otra de las aportaciones de la Electrónica al mundo ganadero.

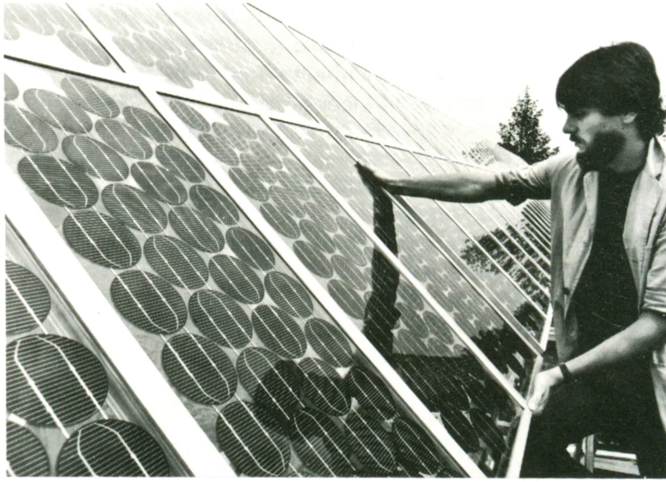
En definitiva, estamos en los comienzos de la aplicación de las nuevas tecnologías de la información al sector primario. Así se prevé que en un futuro próximo pueden darse sustanciales mejoras en la productividad de este sector mediante la aplicación de las nuevas tecnologías.



La energía solar fotovoltaica, que transforma la energía luminosa en electricidad, se puede utilizar en las viviendas, chalets, etc., colocando paneles solares en las azoteas de los edificios y aprovechar la producción de corriente precisamente durante la época de mayor índice ocupacional.

LA ELECTRONICA Y LA ENERGIA

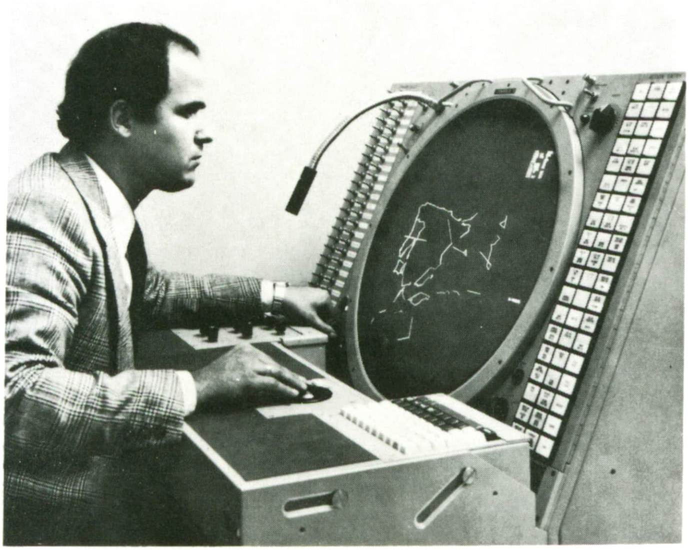
Uno de los ejemplos de la neutralidad de las nuevas tecnologías ante cualquier tipo de acción social, lo constitu-



Conjunto de paneles solares fotovoltaicos. La energía luminosa se transforma en energía eléctrica, la cual es almacenada en acumuladores y puede servir para iluminar una vivienda, granja, etc., generalmente alejadas del tendido eléctrico convencional.

ye la aplicación de la Electrónica al sector energético. Por un lado, la Electrónica resulta indispensable en aquellos sistemas de producción de energía convencional. Es imposible la realización de centrales térmicas, nucleares o hidráulicas sin el uso más o menos extenso de la Electrónica. La complejidad de las actuales formas de *generación* y *distribución de energía* hacen indispensable el uso de la Electrónica en el *control de la producción*, en las *telemedidas*, en las *teleseñalizaciones*, etc. Asimismo, particularmente en el caso de las centrales nucleares, tanto el control de funcionamiento como el *control de seguridad* se encuentran en manos de sofisticados sistemas electrónicos y suelen incluir uno o más computadores para su correcto funcionamiento. En contrapartida, la Electrónica también se aplica en la generación de las denominadas *energías alternativas.* El caso de los *generadores fotovoltaicos* resulta paradigmático a este respecto. En efecto, un generador fotovoltaico, no es más que un semiconductor, tal como los utilizados para fabricar transistores y circuitos integrados, que presenta una estructura de propiedades tales que, al incidir la luz sobre él genera una determinada cantidad de energía, que se materializa en forma de una corriente que puede suministrar a un circuito exterior. Otro ejemplo de utilización de la Electrónica en las energías alternativas está constituido por

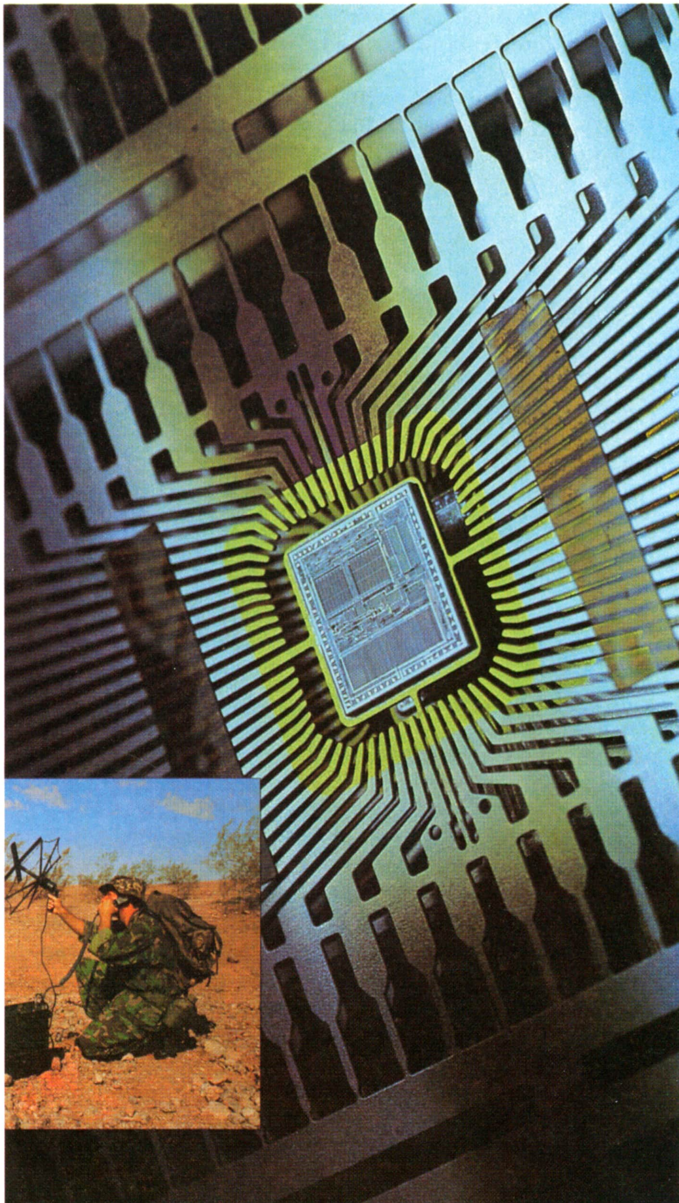
las centrales que utilizan *heliostatos* o espejos que siguen al sol para producir un punto de alta temperatura, desde donde se produce vapor o movimiento de aire. El control de posición de los espejos es necesario que lo lleve a cabo una red de microcomputadores a fin de conseguir un rendimiento óptimo.



El «Combat Grande» es el nuevo sistema de defensa aérea computerizada en España. Es en esta pantalla donde la información acumulada procedente de los emplazamientos del radar, y procesada por los computadores del sistema, es presentada a los operadores para su decisión y consiguiente acción.
La pantalla puede ser regulada para que muestre solamente la información necesaria para la tarea específica asignada, tal como identificación, interceptación de dirección, coordinación de tráfico aéreo, etc. (Cortesía: Ceselsa).

LA ELECTRONICA EN LA DEFENSA MILITAR

Independientemente de cuestiones morales o políticas, es sorprendente cómo el absurdo afán de «matar más y mejor» a sus semejantes ha conducido al hombre al desarrollo de la Electrónica y de otras tecnologías de una forma inesperada. Hoy es inconcebible la guerra sin el uso de la Electrónica, las comunicaciones resultan indispensables para el movimiento de los ejércitos y para la toma de decisiones. Los satélites proporcionan, por otra parte, una información valiosísima sobre la situación de medios y hombres. El radar juega un papel primordial en la localización de elementos móviles provenientes del campo contrario, tanto por mar como por tierra. Los famosos misiles no se



La microelectrónica, los chips de silicio, están en el centro de la revolución tecnológica. Los sistemas de transmisión, tanto para unidades de tipo militar como para la radiodifusión, aprovechan las posibilidades que brinda la miniaturización. (Cortesía Motorola).

podrían realizar sin un uso extensivo de la Electrónica. Es un hecho que la industria militar ha provocado un desarrollo de conjuntos enteros de tecnologías que son de enorme provecho y de aplicación en la vida civil. Esta industria constituye una de las partes fundamentales del sector electrónico, tanto en valor de la producción, como en la fiabilidad de los productos desarrollados. También sobre éste como sobre otros muchos más temas, el lector hallará mayor información en capítulos sucesivos.



Detectores de metales de diferente potencial, en función de la profundidad del terreno a investigar (Cortesía: C-Scope)

LA ELECTRONICA EN LA EDUCACION

La educación puede experimentar en los próximos años una revolución inédita mediante el uso de las *nuevas tecnologías de la información* en el aula y fuera de ella. En efecto, el uso del computador como herramienta para la enseñanza constituye un desafío para los educadores de nuestro tiempo, que todavía no se encuentra plenamente desarrollado. Existen ya en el mundo multitud de aplicaciones que permiten un cambio en el enfoque de los métodos de enseñanza. El ordenador o computador se puede utilizar como un elemento activo que interactúa con el alumno de forma creativa para éste, de modo que las diferentes disciplinas se pueden ir asimilando de una forma atractiva y eficaz.

Falta por desarrollar *nuevas técnicas pedagógicas* basadas en el uso de las *nuevas tecnologías*, con el fin de aprovechar al máximo las posibilidades educativas que éstas presentan. El proceso de cambio puede llegar a ser de tal magnitud *que implique una revolución en los métodos tradicionales de enseñanza.* Así, por ejemplo, se puede dar fácimente el hecho de que la enseñanza se lleve hasta el propio hogar. Bastaría para ello con que se pudiese disponer en aquel de un mínimo de medios informáticos para poder utilizar cursos previamente elaborados. De esta forma cambia radicalmente la función del maestro que, en determinadas circunstancias, se limita a producir materiales educativos de alta calidad, a enseñar su aplicación a los alumnos y a seguir su desarrollo. Con ello el concepto clásico de escuela cambia. Los próximos años permitirán ver la dimensión de los cambios.

LA ELECTRONICA EN LA INVESTIGACION

No se concibe actualmente ningún campo de investigación en el cual no se utilicen herramientas de tipo electrónico. Fundamentalmente son la *instrumentación* electrónica y los *computadores* los que se encuentran en cualquier laboratorio de investigación. Los instrumentos sirven para medir, cuantificar, elaborar datos, y miles de funciones, dependiendo de la naturaleza del trabajo realizado. Los computadores por otro lado, se encuentran en cualquier parte del proceso de búsqueda de soluciones a los problemas científicos, cubriendo desde las investigaciones sociales, hasta las investigaciones de aplicación tecnológica, pasando por los estudios más humanísticos. Así, resulta inconcebible que hoy no se utilice un computador para la elaboración de un diccionario o para la realización de una tesis doctoral en cualquier tema, sobre lingüística, derecho, filosofía, etc.

LA ELECTRONICA EN LOS PROXIMOS AÑOS

Pese a todo lo visto hasta ahora en este libro de presentación, la Electrónica no ha hecho más que empezar. Puede decirse que en los próximos años los nuevos inventos electrónicos serán tantos y tan profundos que cambiarán radicalmente nuestra forma de vida.

Principales motores de esta nueva revolución electrónica serán la *microelectrónica* y los *Computadores de la Quinta Generación*.

La Microelectrónica es la parte de la Electrónica que se dedica al diseño y fabricación de semiconductores; hoy es posible integrar en un «chip», pequeña pastilla de silicio de sólo unos pocos milímetros cuadrados de superficie, decenas de miles de transistores, los cuales realizan complejas funciones digitales de cálculo y control. Antes del final de esta década, las nuevas tecnologías microelectrónicas permitirán integrar en un único chip la increíble cifra de un millón de transistores.



Moderna forma de dibujar y pintar empleando un computador. El «lápiz electrónico» sitúa sobre una pantalla las zonas coloreadas.

LOS COMPUTADORES DE LA QUINTA GENERACION

Se trata de un revolucionario proyecto japonés para lograr ordenadores que procesen conocimientos en lugar de datos.

Para lograr un avance decisivo en el campo de la tecnología de los computadores, se ha establecido en Japón el *Proyecto del Ordenador de la Quinta Generación*, con el que se espera pasar a ocupar el primer lugar mundial en este sector en el decenio de los 90. Se ha invitado a científicos de todo el mundo a unirse para la realización de este importante proyecto. En la reunión internacional, celebrada en Tokio, en la que se expuso el Proyecto, participaron 300 científicos, entre los que se hallaban 86 extranjeros procedentes de 14 naciones. Durante cuatro días, los investigadores japoneses expusieron sus planes para diseñar y construir una familia de ordenadores, la de la «Quinta Generación». El gobierno japonés patrocina el Proyecto cuyo coste se calcula en el equivalente a 40.000 millones de pesetas, con un plazo máximo de diez años para su realización. Con este Proyecto se espera disponer de ordenadores muy diferentes a los actuales.

Entre las funciones básicas de los nuevos ordenadores se hallarán las siguientes:

1) aprender; 2) asociar conceptos; 3) deducir consecuencias; 4) establecer juicios; 5) mantener un diálogo con una persona ofreciendo respuestas a sus preguntas; 6) resolver problemas examinados en su conjunto; 7) utilizar inteligentemente la información almacenada en la base de datos, comprendiendo su contenido y no limitándose a almacenarla, recuperarla y facilitarla.

Los ordenadores de la Quinta Generación serán de diversos tamaños, desde el de tipo personal al gran sistema y podrán ser conectados a redes locales o mundiales.

Los equipos de investigadores esperan lograr que las unidades dedicadas a la resolución de problemas en su conjunto y de obtener deducciones tendrán capacidades que variarán entre 100 y 1.000 millones de operaciones de deducción por segundo.

Los grados de integración que se necesitará en los circuitos se situarán, en principio, en un millón de transistores por cada pastilla (chip) y después tendrá que llegarse hasta los diez millones.